

**TUGAS AKHIR - RG141536**

**PEMETAAN SUHU PERMUKAAN AIR LAUT PADA SKALA  
MENENGAH MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8 -  
TIRS UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS PERAIRAN**

**ADILLAH ALFATINAH  
NRP 3513 100 007**

**Dosen Pembimbing  
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**Departemen Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**



**TUGAS AKHIR - RG 141536**

**PEMETAAN SUHU PERMUKAAN AIR LAUT PADA SKALA  
MENENGAH MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8 -  
TIRS UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS PERAIRAN**

**ADILLAH ALFATINAH  
NRP 3513 100 007**

**Dosen Pembimbing  
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**Departemen Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



## **FINAL ASSIGNMENT - RG 141536**

### **SEA SURFACE TEMPERATURE MAPPING AT MEDIUM SCALE USING LANDSAT 8 -TIRS SATELLITE IMAGE FOR WATER QUALITY MONITORING**

**ADILLAH ALFATINAH**  
**NRP 3513 100 007**

**Supervisor**  
**Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**Departement of Geomatics Engineering**  
**Faculty of Civil Engineering and Planning**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

# PEMETAAN SUHU PERMUKAAN AIR LAUT PADA SKALA MENENGAH MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8 – TIRS UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS PERAIRAN

Nama : Adillah Alfatinah  
NRP : 3513100007  
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS  
Pembimbing : Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.

## ABSTRAK

*Estimasi Suhu Permukaan Laut (SPL) dari data satelit telah dilakukan sejak tahun 1980-an baik secara temporal maupun spasial. Beberapa peneliti telah membuat model inversi SPL berdasarkan korelasi antara respon spectral kanal TM / ETM + TIR dan data in-situ.*

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi nilai SPL yang diekstrak dari data Landsat 8 menggunakan 4 algoritma yang ada: algoritma Planck, Mono-Window Algorithm (MWA), Algoritma Syariz dan Split Window Algorithm (SWA) di 4 area uji yang berbeda: Perairan Bali Timur, Bangkalan, Bombanan dan Poteran. Algoritma Syariz dan SWA menghasilkan akurasi yang dapat diterima pada semua area uji dengan NMAE masing-masing berkisar antara 0,2-19,6% dan 3,4-9,9%. Sementara, MWA dan Planck menghasilkan NMAE yang lebih besar dari 30% di perairan Bali dan Poteran.*

*Belajar dari kesuksesan algoritma SWA di semua daerah uji, algoritma yang sama dikembangkan dengan menggunakan data insitu yang dikumpulkan di perairan Poteran. SPL estimasi yang dihasilkan oleh algoritma yang dikembangkan ini menghasilkan akurasi yang dapat diterima pada semua daerah uji dengan NMAE berkisar antara 0,401% sampai 16,630%. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma Syariz, SWA dan algoritma baru*

*yang telah dikembangkan dapat diterapkan untuk pemetaan SPL di semua area perairan uji*

***Kata Kunci : Mono Window Algorithm, Split Window Algorithm, Algoritma Planck, Algoritma Syariz, Peta SPL Skala Menengah***

# **SEA SURFACE TEMPERATURE MAPPING AT MEDIUM SCALE USING LANDSAT 8 -TIRS SATELLITE IMAGE FOR WATER QUALITY MONITORING**

Name : Adillah Alfatinah  
NRP : 3513 100 007  
Department : Teknik Geomatika FTSP-ITS  
Supervisor : Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.

## **ABSTRACT**

*The Sea Surface Temperature (SST) retrieval from satellites data has been available since 1980's both temporally and spatially. Some researchers have established SST inversion models depending on the correlation between the TM/ETM+ TIR radiance and the in-situ data.*

*The objective of this research is to evaluate the performance of Landsat 8-estimated SST from 4 existing algorithms: Planck, Mono-Window Algorithm (MWA), Syariz and Split Window Algorithm (SWA) algorithms on 4 different tested areas: Eastern Bali, Bangkalan, Bombana and Poteran waters. Algorithm of Syariz dan SWA produced acceptable accuracy on all tested area with the NMAE ranged at 0.2-19.6% and 3.4-9.9% for Syariz and SWA, respectively. However, MWA and Planck produced NMAE larger than 30% on Bali and Poteran waters.*

*Following the successful of SWA algorithm, the same algorithm was developed using insitu data collected on Poteran waters. The estimated SST by the developed algorithm produced acceptable accuracies on all tested water areas with the NMAE ranged from 0.401% to 16.630%. It was indicated that Syariz, SWA and the developed algorithms were applicable for SST retrieval on all tested waters*

***Keywords : Mono Window Algorithm, Split Window Algorithm, Planck Algorithm, Syariz Algorithm, Medium Scale SST Map***



***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **LEMBAR PENGESAHAN**

### **PEMETAAN SUHU PERMUKAAN AIR LAUT PADA SKALA MENENGAH MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8 – TIRS UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS PERAIRAN**

#### **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Departemen Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ADILLAH ALFATINAH**

NRP. 3513 100 007

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Lalu Muhamad Jaclani, S.T., M.Sc., Ph.D

NIP. 19801221 200312 1 001



***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala kekuatan, kesabaran, dan kesehatan yang diberikan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pemetaan Suhu Permukaan Air Laut Pada Skala Menengah Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 – Tirs Untuk Pemantauan Kualitas Perairanini**. Dengan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini hingga selesai dengan baik,

Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak, Ibu dan keluarga di Palembang yang selalu menjadi pendukung dan alasan utama untuk bertahan sejauh ini.
2. Bapak Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D selaku pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Mokhamad Nur Cahyadi, ST, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika ITS.
4. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Geomatika ITS yang turut membantu dalam memudahkan dan melancarkan segala aktifitas di kampus perjuangan ini.
5. Ketiga teman terbaik saya, Rani, Selfi dan Fia. Terima kasih untuk empat tahun terbaik yang kalian berikan. Teman satu tim saya, Nisa, Lia, Rosi, Jayed dan Bob yang sudah berjuang bersama. Serta Bapak dan Ibu Eas sekeluarga yang menjadi rumah dan keluarga kedua di perantauan. Dan juga teman-teman seperjuangan Geomatika ITS khususnya angkatan 2013.
6. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam pembuatan laporan, sehingga kritik dan saran akan sangat diperlukan untuk perbaikan kedepannya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2017  
Penulis

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB 1.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	5
2.1 Penginderaan Jauh.....	5
2.1.1 Resolusi Spasial pada Sistem Penginderaan Jauh....	6
2.1.2 Gelombang Inframerah Termal.....	7
2.2 Landsat-8 OLI/TIRS.....	11
2.3 Koreksi Citra.....	13
2.4 Suhu Permukaan Laut (SPL) .....	14
2.5 Pengaruh Suhu Permukaan Laut Terhadap Kualitas.....	15
2.6 Karakteristik Daerah Penelitian.....	16
2.7 Algoritma yang Digunakan.....	17
2.7.1 <i>Plugin</i> Phyton QGIS (PyQGIS) Ndossi .....	17
2.7.2 Algoritma Syariz.....	20
2.7.3 Split-Window Algorithm.....	21
2.8 Penelitian Sebelumnya untuk Suhu Permukaan Laut.....	22
BAB III.....	25
3.1 Lokasi Penelitian.....	25
3.2 Data dan Peralatan.....	26
3.2.1 Data.....	26

3.2.2 Peralatan.....	26
3.3 Metodologi Pekerjaan.....	27
BAB IV.....	33
4.1 Data.....	33
4.1.1 Data Citra Landsat-8.....	33
4.1.2 Data SPL Lapangan.....	34
4.2 Perbandingan SPL dengan Algoritma Eksisting.....	37
4.2.1 Algoritma Syariz.....	37
4.2.2 Algoritma Planck.....	42
4.2.3 Mono-Window Algorithm (MWA) .....	45
4.2.4 Split-Window Algorithm (SWA) .....	49
4.3 Uji Akurasi Algoritma Eksisting.....	53
4.4 Pemodelan Algoritma SPL.....	57
4.5 Uji Akurasi Algoritma Baru.....	58
4.6 Sebaran SPL dengan Algoritma Baru.....	62
4.7 Pengaruh SPL Pada Pemantauan Kualitas Perairan.....	64
BAB V.....	67
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penginderaan Jauh Elektromagnetik.....	6
Gambar 2.2 Spetrum Elektromagnetik.....	8
Gambar 2.3 Radiasi Benda Hitam.....	9
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Flowchart Pengerjaan.....	27
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Pengolahan Data.....	29
Gambar 4.1 Hubungan Antara SPL Lapangan dan <i>BT</i> .....	55
Gambar 4.2 Hubungan SPL Lapangan dan Estimasi Perairan Bali.....	60
Gambar 4.3 Hubungan SPL Lapangan dan Estimasi Perairan Bangkalan.....	60
Gambar 4.4 Hubungan SPL Lapangan dan Estimasi Perairan Bombana.....	61
Gambar 4.5 Hubungan SPL Lapangan dan Estimasi Perairan Poteran.....	61
Gambar 4.6 Peta Persebaran SPL Daerah Perairan Bombana.....	62
Gambar 4.7 Peta Persebaran SPL Daerah Perairan Bali.....	63
Gambar 4.8 Peta Persebaran SPL Daerah Perairan Bangkalan.....	63
Gambar 4.8 Peta Persebaran SPL Daerah Perairan Poteran.....	64



***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Karakteristik Citra Satelit Landsat 8.....	10
Tabel 2. 2	Penelitian Mengenai Suhu Permukaan Laut .....	10
Tabel 3.1	Data Citra Satelit Landsat-8.....	26
Tabel 4.1	Data Citra Landsat-8.....	33
Tabel 4.2	Data SPL Perairan Bombana.....	34
Tabel 4.3	Data SPL Lapangan Perairan Bali bagian timur .....	34
Tabel 4.4	Data SPL Lapangan Perairan Bangkalan .....	35
Tabel 4.5	Data SPL Lapangan Perairan Potteran.....	36
Tabel 4.6	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Syariz Area Perairan Bombana .....	38
Tabel 4.7	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Syariz Area Perairan Bali bagian Timur .....	38
Tabel 4.8	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Syariz Area Perairan Bangkalan .....	39
Tabel 4.9	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Syariz Area Perairan Potteran .....	40
Tabel 4.10	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Planck Area Perairan Bombana .....	42
Tabel 4.11	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Planck Area Perairan Bali bagian Timur.....	42
Tabel 4.12	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Planck Area Perairan Bangkalan .....	43
Tabel 4.13	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Planck Area Perairan Potteran.....	44
Tabel 4.14	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma MWA Area Perairan Bombana.....	46
Tabel 4.15	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma MWA Area Perairan Bali bagian Timur.....	46
Tabel 4.16	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma MWA Area Perairan Bangkalan.....	47
Tabel 4.17	Hasil Estimasi SPL dari Algoritma MWA Area Perairan Potteran.....	48

Tabel 4.18 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma SWA Area Perairan Bombana.....	50
Tabel 4.19 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma SWA Area Perairan Bali bagian timur.....	50
Tabel 4.20 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma SWA Area Perairan Bangkalan.....	51
Tabel 4.21 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma SWA Area Perairan Potteran.....	52
Tabel 4.22 Perbandingan NMAE SPL Estimasi Algoritma Eksisting dan SPL Lapangan.....	54
Tabel 4.23 Perbandingan SPL lapangan dan Estimasi Algoritma Baru (Validasi) Daerah Bali perairan timur.....	56
Tabel 4.24 Perbandingan SPL lapangan dan Estimasi Algoritma Baru (Validasi) Daerah Bangkalan.....	57
Tabel 4.25 Perbandingan SPL lapangan dan Estimasi Algoritma Baru (Validasi) Daerah Bombana.....	57
Tabel 4.26 Perbandingan SPL lapangan dan Estimasi Algoritma Baru (Validasi) Daerah Poteran.....	58
Tabel 4.27 Uji Akurasi Algoritma Model .....	59

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Perhitungan Korelasi antara SPL Lapangan dan SPL Estimasi Algoritma Eksisting

Lampiran 2. Metadata Citra Satelit Landsat 8-TIRS Daerah Perairan Bali Bagian Timur, Bombana, Bangkalan dan Poteran

Lampiran 3. Peta Persebaran Suhu Permukaan Laut Daerah Bali Bagian Timur, Bombana, Bangkalan dan Poteran

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki jumlah pulau sekitar 17.500 pulau dan luas wilayah laut mencapai 2.981.211 km<sup>2</sup> (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2011). Efisiensi dalam pengelolaan sumber daya alam kelautan akan sangat bergantung pada pengetahuan dan pengertian tentang lautan itu sendiri (Hutabarat & Evans, 1985). Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode yang dapat menyajikan kondisi laut dan perubahannya secara lengkap, cepat dan terjangkau.

Perairan laut Indonesia yang cukup luas itu memiliki parameter oseanografi yang mempengaruhi perubahannya secara dinamis. Suhu Permukaan Laut (SPL) merupakan salah satu parameter dalam menentukan kualitas perairan yang mempengaruhi kehidupan di laut (Ali, 2014).

SPL digunakan sebagai bahan kajian meteorologi, kecepatan makan ikan, penyebaran ikan, metabolisme pertumbuhan serta kelimpahan ikan. SPL juga merupakan salah satu faktor yang digunakan untuk mengetahui kualitas perairan.

Teknologi penginderaan jauh adalah pendekatan efektif untuk menentukan nilai SPL (Qianguo, 2005). Ditinjau dari luasnya daerah observasi maka teknologi ini relatif lebih murah dibandingkan dengan pengamatan langsung di lapangan. Perkembangan teknologi penginderaan jauh sangat cepat, banyak satelit yang dilengkapi dengan sensor inframerah termal untuk mendeteksi SPL, baik satelit oseanografi maupun satelit sumber daya bumi. Beberapa penelitian telah dilakukan menggunakan citra satelit NOAA-AVHRR, MODIS, Fengyun dan Nimbus. Satelit-satelit tersebut bekerja pada

wilayah yang sangat luas tetapi memiliki resolusi spasial yang rendah.

Pada penelitian ini daerah yang digunakan adalah daerah perairan dangkal sehingga membutuhkan citra beresolusi tinggi karena ketika menggunakan citra satelit dengan resolusi spasial yang rendah, piksel daerah perairan dan daratan akan tercampur. Sedangkan apabila menggunakan citra satelit dengan resolusi spasial menengah dan tinggi, piksel daratan dan perairan akan dibedakan.

Untuk melakukan penelitian SPL, dibutuhkan kanal termal inframerah yang ada pada sensor. Karena pada citra beresolusi spasial tinggi belum terdapat kanal termal inframerah, sehingga pada penelitian ini digunakan citra satelit dengan resolusi spasial menengah. Landsat-8 adalah citra satelit beresolusi spasial menengah dan memiliki kanal termal inframerah, yaitu kanal 10 dan kanal 11.

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan citra satelit Landsat 8 TIRS untuk memperoleh dan mengetahui algoritma SPL yang sesuai di perairan Indonesia dengan menggunakan dua metode perhitungan SPL, yaitu algoritma Syariz, Planck dan Mono-Window Algorithm pada plugin QGIS, serta Split-Window Algorithm. Hasil SPL yang didapatkan selanjutnya divalidasi menggunakan data SPL lapangan. Hasil SPL kemudian digunakan sebagai salah satu parameter pemantauan kualitas perairan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas, maka perumusan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah:

- a. Berapa besar akurasi data yang didapatkan saat menggunakan algoritma Syariz, Planck, Mono-Window Algorithm, dan Split-Window Algorithm?
- b. Apakah pengaruh SPL terhadap pemantauan kualitas perairan?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian Tugas Akhir adalah:

- a. Wilayah studi yang digunakan adalah wilayah perairan pulau Poteran, Bangkalan, Bali Timur dan Bombana.
- b. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Landsat-8 TIRS.
- c. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma Syariz, Planck, Mono-Window Algorithm, dan Split-Window Algorithm.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir adalah:

- a. Untuk mengetahui besar akurasi nilai SPL menggunakan algoritma Syariz, Planck, Mono-Window Algorithm, dan Split-Window Algorithm.
- b. Untuk mengetahui pengaruh SPL terhadap pemantauan kualitas perairan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui algoritma yang sesuai dalam mendapatkan nilai SPL di perairan Indonesia. Nilai SPL yang didapatkan digunakan sebagai salah satu parameter untuk pemantauan kualitas perairan Indonesia.



***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penginderaan Jauh**

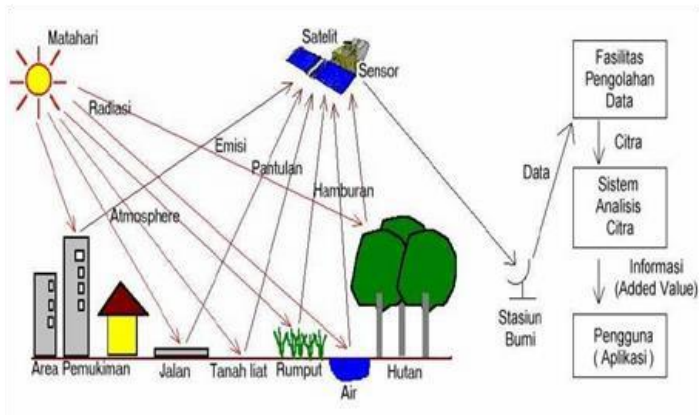
Penginderaan jauh adalah ilmu pengetahuan dan seni dalam memperoleh informasi tentang suatu objek, area, gejala melalui analisis data yang diperoleh dengan alat tanpa kontak langsung dengan objek, area, gejala yang diamati (Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2004).

Dengan menggunakan banyak variasi sensor, data dapat diambil melalui jarak jauh dan dianalisa untuk mendapatkan informasi mengenai obyek, area, atau gejala yang sedang diamati. Data yang didapatkan melalui jarak jauh dapat memiliki beberapa bentuk, termasuk variasi pada distribusi gaya, distribusi gelombang akustik, atau distribusi gelombang elektromagnetik.

Sensor yang terdapat pada citra memperoleh data pada seluruh fitur permukaan bumi dan merefleksikan energi elektromagnetik, dan data ini dianalisa untuk memberikan informasi tentang sumber yang diselidiki.

Penginderaan jauh memiliki dua proses dasar yakni akuisi data dan analisis data. Elemen yang terdapat pada proses akuisisi data yakni a) sumber energi, b) perambatan energi melalui atmosfer, c) interaksi energi dengan fitur permukaan bumi, d) transmisi ulang energi melewati atmosfer, e) sensor *airbone*, f) hasil dari pembentukan data sensor pada bentuk gambar digital, g) kita menggunakan sensor untuk merekam variasi data pada permukaan bumi yang mencerminkan dan memancarkan energi elektromagnetik.

Pada proses analisis melibatkan pemeriksaan data menggunakan berbagai tampilan dan alat interpretasi untuk menganalisa data *pictoral* atau sebuah komputer untuk menganalisa data sensor digital.



Gambar 2.1. Penginderaan jauh elektromagnetik dari permukaan bumi  
(Sumber : (Sutanto, 1994))

Dalam konteks analisis digital data penginderaan jauh, *preprocessing* merujuk pada operasi sebelum analisis prinsipal dilakukan. Pada operasi *preprocessing* termasuk didalamnya yaitu (1) *preprocessing* radiometrik untuk menyesuaikan nilai digital untuk efek dari atmosfer dan (2) *preprocessing* geometrik untuk membawa citra pada proses registrasi agar memiliki geometri yang benar (Campbell & Wynne, 2011).

Setelah koreksi berhasil dibuat maka data dapat digunakan sebagai analisis utama.

### 2.1.1 Resolusi Spasial pada Sistem Penginderaan Jauh

Berdasarkan Campbell dan Wayne (2011), resolusi berarti kemampuan sistem penginderaan jauh dalam merekam dan menampilkan detil spasial, spectral dan radiometrik dengan kualitas yang baik. Pada saat ini, terdapat batasan khusus untuk detil

tingkatan yang didapatkan dari citra satelit dan foto udara.

Resolusi spasial secara luas diartikan sebagai tingkat ketajaman detil yang dapat ditunjukkan oleh citra. Detil tajam yang dimaksud dalam hal ini adalah benda kecil yang dapat diidentifikasi pada suatu citra satelit (Campbell & Wynne, 2011).

Resolusi spasial dibagi menjadi tiga, yaitu:

- a. Resolusi spasial tinggi (*High Spatial Resolution*): 0,5 – 4 m
- b. Resolusi spasial menengah (*Medium Spatial Resolution*): 4 – 30 m
- c. Resolusi spasial rendah (*Low Spatial Resolution*): 30 - >1000 m

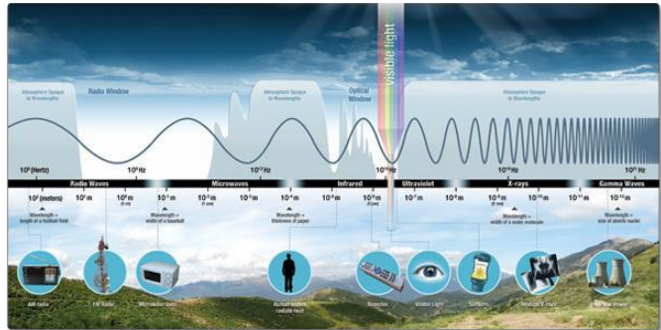
### **2.1.2 Gelombang Inframerah Termal pada Sistem Penginderaan Jauh**

Rentang panjang gelombang pada inframerah mendekati nilai antara 0.7 – 100  $\mu\text{m}$ , nilai tersebut memiliki rentang yang sangat besar daripada gelombang tampak. Inframerah terbagi atas dua bagian menurut radiasinya yaitu:

- a. Inframerah yang dipantulkan (*Reflected infrared*)
- b. Inframerah yang dipancarkan atau inframerah termal (*Emitted or Thermal infrared*).

Radiasi pada gelombang inframerah pantul biasanya digunakan dalam penginderaan jauh sebagaimana radiasi pada gelombang tampak dan memiliki nilai panjang gelombang antara 0,7 – 3  $\mu\text{m}$ , namun berbeda halnya dengan gelombang inframerah termal dimana energi sebagai radiasi utama yang

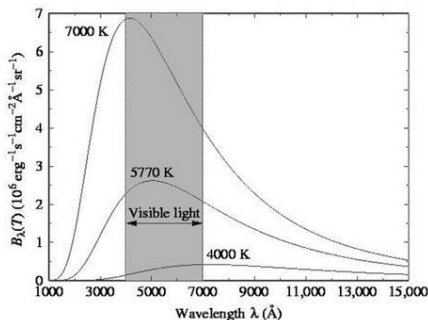
dipancarkan dari permukaan bumi yang berasal dari panas dengan nilai panjang gelombang antara 3 – 15  $\mu\text{m}$  (Wubet 2003).



Gambar 2. 2 Spektrum Elektromagnetik  
(Sumber: (NASA, 2015))

Setiap objek memancarkan energi radiasi berdasarkan suhunya, tiap energi atau sumber radiasi yang memancarkan suhu tersebut memiliki susunan karakteristik kurva radiasi yang berbeda. Konsep benda hitam (*black body*) biasa digunakan secara luas oleh ahli fisika dalam studi radiasi. Berdasarkan Wubet (2003), konsep radiasi benda hitam dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Matahari dan bumi memiliki pendekatan sebagai benda hitam
- Sebagai objek yang memiliki pancaran terbaik (*perfect emitter*) dan penyerapan radiasi (*absorber*)



Gambar 2. 3 Radiasi Benda Hitam  
(Sumber : (Halliday, Resnick, & Walker, 2004))

Penginderaan jauh sistem inframerah termal menentukan perbedaan suhu dan daya pancar objek berdasarkan benda rona atau beda warna pada citra. Benda dapat memancarkan panas akibat dari gerak acak partikel yang dimilikinya, gerakan tersebut memberikan geseran antar partikel dan terjadi peningkatan suhu sehingga benda dapat memancarkan panasnya (Curran, 1985).

Beberapa teori fisika yang mendasari penginderaan jauh dengan gelombang inframerah termal diantaranya:

a. Hukum *Planck*

Planck menunjukkan bahwa kekuatan pancaran benda hitam yang merambat pada suatu panjang gelombang dan suhu tertentu (Wubet, 2003). Hal tersebut dinyatakan pada persamaan (1) sebagai berikut:

$$F = \frac{c_2 C_1}{\lambda^5 [e^{\frac{c_2}{\lambda T K}} - 1]} \quad (1)$$

dengan keterangan,

$F$  = Kekuatan pancaran benda hitam ( $\text{Wm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ )

$C_1$  = Konstantan radiasi pertama ( $3,7427 \times 10^8 \text{ Wm}^{-2}\mu\text{m}^4$ )

$C_2$  = Konstanta radiasi kedua ( $1,4388 \times 10^4 \mu\text{mK}$ )

$\lambda$  = Panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ )

$T_k$  = Suhu permukaan benda hitam (K)

#### b. Hukum Pergeseran Wien

Bahwa semakin tinggi suhu yang dipancarkan oleh benda maka semakin besar pula tenaga kinetik yang dipancarkan benda tersebut. Hal ini berpengaruh pada jenis panjang gelombang yang digunakan pada sistem penginderaan termal (Sutanto, 1987). Wien menyatakan hubungan tersebut seperti pada persamaan (2) sebagai berikut:

$$\lambda m = A / T \quad (2)$$

dengan keterangan,

$\lambda m$  = Panjang gelombang pada pancaran maksimum ( $\mu\text{m}$ )

$A$  = Konstanta yang besarnya  $2898 \text{ m}^\circ\text{K}$

$T$  = Temperatur absolut benda  $0^\circ\text{K}$

#### c. Hukum Stefan Boltzman

Bahwa nilai tenaga yang dipancarkan benda tergantung dari emisivitas (daya pancar) benda dan suhu absolut benda (Sutanto, 1987). Hubungan tersebut ditunjukkan pada persamaan (3) sebagai berikut:

$$W = e \sigma T^4 \quad (3)$$

dengan keterangan,

$W$  = tenaga termal yang dipancarkan oleh benda

- $e$  = nilai pancaran benda
- $\sigma$  = konstanta Stefan-Boltzman
- $T$  = temperatur absolut benda (K)

## 2.2 **Landsat-8 OLI/TIRS**

Satelit LDCM (*Land Data Continuity Mission*) yang selanjutnya disebut sebagai Landsat-8 dirancang membawa sensor pencitra OLI (*Operational Land Imager*) yang mempunyai 1 kanal inframerah dekat dan 7 kanal tampak reflektif, akan meliputi panjang gelombang yang direfleksikan oleh obyek pada permukaan Bumi, dengan resolusi spasial yang sama dengan Landsat pendahulunya yaitu 30 meter. Sensor pencitra OLI mempunyai kanal-kanal spektral yang menyerupai sensor ETM+ (*Enhanced Thermal Mapper plus*) dari Landsat-7, akan tetapi sensor pencitra OLI ini mempunyai kanal-kanal yang baru yaitu : kanal-1: 443 nm untuk aerosol garis pantai dan kanal 9 : 1375 nm untuk deteksi *cirrus*, namun tidak mempunyai kanal inframerah termal. Untuk menghasilkan kontinuitas kanal inframerah termal, pada tahun 2008, program Landsat-8 mengalami pengembangan, yaitu Sensor pencitra TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) ditetapkan sebagai pilihan (*optional*) pada misi Landsat-8 yang dapat menghasilkan kontinuitas data untuk kanal-kanal inframerah termal yang tidak dicitrakan oleh OLI (NASA, 2008).

Sensor TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) dirancang oleh NASA GSFC, dengan umur beroperasi 3 tahun. Sistem pencitraan sama seperti sensor OLI yaitu *pushbroom*. TIRS untuk kelanjutan pengukuran suhu dan mendukung aplikasi pengukuran laju evapotranspirasi untuk pengelolaan sumber daya air. Sensor TIRS membawa kanal termal yang resolusi spasialnya 100 meter dan dilakukan *resampling* mengikuti band multispektral yang ada pada sensor OLI yaitu 30 meter (LAPAN, 2013).

Berikut ini adalah karakteristik citra satelit Landsat 8.



Tabel 2. 1 Karakteristik Citra Satelit Landsat 8  
(Sumber : (NASA, 2008))

Launch Period	February 11 <sup>th</sup> , 2013
Orbit	705 km, sun-synchronous @98.2° inclination
Revisit cycle	16 days
Spatial resolution and spectral band of Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensors (TIRS)	30 m Coastal/Aerosol: 0.433-0.453 $\mu\text{m}$ Band 1 30 m Blue: 0.450-0.515 $\mu\text{m}$ Band 2 30 m Green: 0.525-0.600 $\mu\text{m}$ Band 3 30 m Red: 0.630-0.680 $\mu\text{m}$ Band 4 30 m Near-IR: 0.845-0.885 $\mu\text{m}$ Band 5 30 m SWIR-1: 1.560-1.660 $\mu\text{m}$ Band 6 30 m SWIR-2: 2.100-2.300 $\mu\text{m}$ Band 7 30 m Panchromatic: 0.500-0.680 $\mu\text{m}$ Band 8 30 m Cirrus: 1.360-1.390 $\mu\text{m}$ Band 9 30 m LWIR-1: 10.30-11.30 $\mu\text{m}$ Band 10 30 m LWIR-2: 11.50-12.50 $\mu\text{m}$ Band 11

Kemampuan pencitraan multispektral telah lama menjadi pusat program satelit seri Landsat. Satelit satelit seri Landsat membawa sensor sensor yang mampu untuk melakukan pendeteksian gelombang elektromagnetik yang direfleksikan dan radiasi elektromagnetik yang diemisikan dalam beragam panjang-gelombang diskrit dari spektrum

tampak dan inframerah termal. Dengan menggabungkan kanal kanal spektral ini menjadi citra berwarna, para pengguna mampu mengidentifikasi dan membedakan karakteristik dan kondisi ciri penutup lahan, bahkan yang paling halus kanal-kanal multispektral data satelit seri Landsat dengan resolusi spasial 30 meter adalah ideal untuk pendeteksian, pengukuran, dan untuk menganalisis perubahan-perubahan objek-objek pada permukaan Bumi pada level yang rinci, dimana pengaruh alamiah dan aktifitas yang diakibatkan manusia, dapat diidentifikasi dan dinilai secara akurat. Aplikasi yang paling penting dari data citra multispektral dari satelit seri Landsat adalah pendeteksian dan pemantauan perubahan-perubahan pada permukaan bumi. Dalam hal ini Landsat-8 digunakan dalam peramalan pertanian, eksplorasi energi, pemantauan ekosistem, pengelolaan sumber alam, pemetaan penggunaan lahan atau penutup lahan, pengumpulan intelijen militer, dan mitigasi bencana (Sitanggang, 2010).

### 2.3 **Koreksi Citra**

Koreksi citra diterapkan pada kesalahan yang telah dapat ditentukan nilai *magnitude* sebelumnya (kesalahan sistematis) ataupun yang belum ditentukan. Koreksi citra dilakukan pada dasarnya untuk mengondisikan agar citra yang digunakan dapat memberikan informasi yang akurat secara radiometris dan geometris (Danoedoro, 1996).

Kegiatan dalam pengolahan citra meliputi:

- a. *Radiometric correction* (Koreksi Radiometrik)  
Koreksi radiometrik diperlukan atas dasar dua alasan, yaitu untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral obyek yang sebenarnya. Koreksi radiometrik citra yang ditunjukkan untuk memperbaiki visual citra berupa pengisian kembali baris yang kosong karena *drop out*

baris maupun masalah kesalahan awal pelarikan (*scanning start*). Baris atau bagian baris yang bernilai tidak sesuai dengan yang seharusnya dikoreksi dengan mengambil nilai piksel satu baris di atas dan di bawahnya, kemudian diratakan (Jensen, 1986).

b. *Geometric correction* (Koreksi Geometrik)

Transformasi geometri yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi piksel sehingga pada citra digital yang bertransformasi dapat dilihat gambar obyek dipermukaan bumi yang terekam sensor. Pengubahan bentuk kerangka liputan dan bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari transformasi ini. Tahap ini diterapkan pada citra digital mentah (langsung dari perekaman satelit), dan merupakan koreksi kesalahan geometrik sistematik (Danoedoro, 1996).

## 2.4 Suhu Permukaan Laut (SPL)

Lautan menutupi bagian dari bumi lebih dari setengahnya dengan perbandingan 7 : 3, laut merupakan bagian bumi yang sangat besar dan mempengaruhi iklim dunia, bekerja sebagai *reservoir* untuk penyimpanan panas, distribusi dan pelepasan energi matahari dan sebagai sumber utama bagi kelembaban atmosfer, dan memiliki kapasitas besar untuk mengkonduksi panas. Suhu air laut merupakan parameter vital dalam mengetahui peranan laut sebagai *reservoir* panas. Perubahan suhu menyebabkan variasi dalam sifat air laut dan kehidupan yang mendukungnya. Suhu air laut merupakan faktor yang banyak terdapat dikajian kelautan (Nontji, 1986).

Suhu perairan bervariasi baik secara vertikal maupun horizontal. Secara horizontal suhu bervariasi sesuai dengan garis lintang dan secara vertikal sesuai dengan kedalaman. Variasi suhu secara vertikal di perairan Indonesia pada umumnya dapat dibedakan menjadi tiga lapisan, yaitu

lapisan homogen (*mixed layer*) di bagian atas, lapisan termoklin di bagian tengah dan lapisan dingin di bagian bawah. Lapisan homogen berkisar sampai kedalaman 50-70 meter, pada lapisan ini terjadi pengadukan air yang mengakibatkan suhu lapisan menjadi homogen (sekitar 28°C), lapisan termoklin merupakan lapisan dimana suhu menurun cepat terhadap kedalaman, terdapat pada lapisan 100-200 meter. Lapisan dingin biasanya kurang dari 5°C, terdapat pada kedalaman lebih dari 200 meter (Nontji, 1993).

Suhu permukaan laut dipengaruhi oleh panas matahari, arus permukaan, keadaan awan, *upwelling*, *divergensi* dan *konvergensi* terutama pada daerah muara dan sepanjang garis pantai (Laevastu & Hela, 1970). Faktor-faktor meteorologi juga berperan yaitu curah hujan, penguapan, kelembaban udara, suhu udara, kecepatan angin dan intensitas radiasi matahari. Variasi suhu musiman pada permukaan untuk daerah tropis sangat kecil, dimana variasi rata-rata musiman kurang dari 2°C yang terjadi di daerah khatulistiwa. Suhu di perairan nusantara umumnya berkisar antara 28°C – 31°C. Suhu dekat pantai biasanya sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di lepas pantai (Nontji, 1993).

Suhu permukaan laut Indonesia secara umum berkisar antara 26°C – 29°C, dan variasinya mengikuti perubahan musim (Birowo, 1979). SPL hangat untuk perairan Indonesia berkisar antara 27°C-31°C dan SPL dingin berada pada kisaran dibawah 27°C.

## 2.5 **Pengaruh Suhu Permukaan Laut Terhadap Kualitas Perairan**

Kualitas perairan merupakan indikator penting untuk mengetahui tingkat kesuburan perairan (Affan, 2010).

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas perairan. Suhu perairan dapat

mengalami perubahan sesuai dengan musim, letak lintang suatu wilayah, ketinggian dari permukaan laut, letak tempat terhadap garis edar matahari, waktu pengukuran dan kedalaman air (Effendi, 2003).

Perubahan suhu berpengaruh terhadap parameter fisika, kimia dan biologis yang mempengaruhi kualitas suatu perairan. Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi. Selain itu, peningkatan suhu air juga mengakibatkan penurunan kelarutan gas dalam air seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ , dan  $CH_4$  (Haslam, 1995).

Perbedaan suhu air antara siang dan malam hari yang terbaik untuk pertumbuhan ikan adalah  $5^\circ C$  (Soeseno, 1984). Suhu lingkungan perairan sangat mempengaruhi penyebaran organisme dan juga menentukan kecepatan pertumbuhannya, karena semua proses metabolisme organisme perairan sangat tergantung pada suhu (Bishop, 1973).

Suhu dapat menaikkan laju maksimum fotosintesis, sedangkan pengaruh secara tidak langsung yakni dapat merubah struktur hidrologi kolom perairan yang dapat mempengaruhi distribusi fitoPlanckton. Suhu perairan di daerah tropis berkisar antara  $25 - 32^\circ C$  masih layak untuk kehidupan organisme perairan (Boyd, 1979). Selain itu kriteria baku kualitas mutu air telah diatur dalam PP No.82/2001.

## **2.6 Karakteristik Daerah Penelitian**

Daerah penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Perairan Bombana, Perairan Bali bagian timur, Perairan Bangkalan, dan Perairan Pulau Poteran.

Distribusi nilai SPL berbeda di setiap daerah. Untuk daerah perairan Sumatera, nilai SPL lebih rendah karena adanya massa air yang lebih dingin dari laut Cina Selatan mengalir menuju perairan bagian timur Sumatera. Kondisi

SPL daerah Jawa-Bali-Sumbawa relatif tinggi kecuali pada bulan April yang mengalami penurunan dibandingkan daerah perairan Indonesia lainnya (Gaol, Arhatin, & Ling, 2014).

Secara geografis kondisi perairan Laut Jawa diatur oleh iklim muson dan mendapatkan pengaruh yang signifikan dari massa air dari Laut Cina Selatan yang dikenal mempunyai suhu dingin dan salinitas rendah (Hendiarti, Suwarso, Aldrian, & Amri, 2005).

## 2.7 **Algoritma yang Digunakan**

### 2.7.1 **Plugin Phytion OGIS (PyOGIS) Ndossi**

Ndossi (2016) menciptakan suatu *plugin* dengan bahasa pemrograman Phytion pada perangkat lunak QGIS yang bertujuan untuk mendapatkan nilai Suhu Permukaan Tanah (SPT) dari citra satelit. *Plugin* ini menggunakan nilai *Brightness Temperature* dan *Normal Difference Vegetation Index* (NDVI) untuk mendapatkan nilai SPT.

#### a. *Brightness Temperature* (BT)

Suhu merupakan faktor pengontrol yang penting pada proses fisika, kimia, dan biologi di permukaan bumi. Suhu berbagai variable iklim utama dan parameter kunci yang dapat digunakan untuk mengontrol perubahan energi panjang gelombang melalui atmosfer yang dipengaruhi kondisi permukaan obyek lain, seperti kelembaban permukaan, kondisi dan tutupan vegetasi. Spektral yang dapat digunakan untuk mengkaji kondisi suhu pada obyek di permukaan bumi adalah spektral termal. Penggunaan spektral termal ini dapat dilakukan dengan analisis *Brightness Temperature* (BT). BT adalah perhitungan dari intensitas radiasi termal yang

diemisikan oleh obyek. Satuan yang digunakan adalah satuan suhu, sebab terdapat korelasi antara intensitas radiasi yang diemisikan dan suhu fisik dari badan radiasi, dimana diasumsikan bahwa emisi radiasi pada permukaan obyek berwarna hitam adalah 1,0 (Shofiyanti, 2007).

Hubungan antara radiasi dan suhu dibuat oleh hukum Planck (Monteith & Unsworth, 1990). Untuk interpretasi data penginderaan jauh, transformasi persamaan hukum Planck yang digunakan dijelaskan pada persamaan (4).

$$T = \frac{C_2}{\left(\log\left(\frac{C_1 + \lambda^5 B}{C_1}\right)\right)} \quad (4)$$

dengan keterangan,

$B$  = Radiasi Spektral ( $\text{Wm}^{-2}$ )

$C_1$  =  $3,4 \times 10^8$

$C_2$  =  $1,439 \times 10^4$

$T$  = Suhu fisik dari obyek (K)

b. *Normal Difference Vegetation Index* (NDVI)

Indeks vegetasi merupakan perhitungan secara kuantitatif yang digunakan untuk menghitung biomasa atau kondisi vegetasi. Umumnya dibuat dengan menggunakan kombinasi dari beberapa band spektral. Indeks vegetasi yang paling sederhana adalah rasio antara pantulan *Near Infrared* (NIR) dan sinar merah. Terdapat banyak metode untuk menghitung indeks vegetasi. Indeks vegetasi yang umum dan banyak digunakan adalah Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Ray, 1995). Indeks ini sederhana dan mempunyai nilai range dinamis dan

sensitif yang paling bagus terhadap perubahan tutupan vegetasi. Untuk mendapatkan nilai NDVI, digunakan persamaan (5).

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (5)$$

dengan keterangan,

$\rho_{NIR}$  = Reflektan kanal *Near Infrared* (DL)

$\rho_{RED}$  = Reflektan kanal merah (DL)

setelah diketahui nilai BT dan NDVI, selanjutnya untuk mendapatkan nilai SPL *plugin* ini menggunakan empat algoritma yang sudah ada. Adapun algoritma tersebut adalah :

a. *Mono-Window Algorithm* (MWA)

Algoritma ini membutuhkan nilai emisivitas permukaan tanah, transmisi atmosfer dan rata-rata temperatur efektif atmosfer. Analisis sensitifitas menggunakan MWA mengungkapkan apabila kesalahan yang mungkin terjadi pada emisivitas permukaan yang sulit untuk ditentukan ternyata memiliki pengaruh yang kecil terhadap penentuan kesalahan nilai SPT (Ndossi 2016). Adapun algoritma yang digunakan ditulis di persamaan (6) sebagai berikut:

$$T_s = \frac{a_i(1-C_i-D_i) + [b_i(1-C_i-D_i) + C_i + D_i]T_i - D_iT_a}{C_i} \quad (6)$$

dengan keterangan,

$T_s$  = Suhu Permukaan Tanah (SPT)

$T_i$  = *Brightness Temperature* (BT)

$T_a$  = Suhu efektif rata-rata atmosfer (K)

$a_i$  = -67,355351



$$b_i = 0,45860$$

sedangkan untuk nilai  $C_i$  dan  $D_i$  dihitung menggunakan persamaan (7) dan (8) secara berurutan

$$G_i = \frac{C_i}{D_i} \quad (7)$$

$$D_i = (1 - \tau_i)[1 + (1 - \varepsilon_i)\tau_i] \quad (8)$$

dengan keterangan  $\varepsilon_i$  = nilai emisivitas permukaan tanah (DL)

$\tau_i$  = nilai transmisi atmosfer (DL)

b. Persamaan *Planck*

Persamaan *Planck* mengoreksi emisi zat apabila dibandingkan dengan benda hitam. adapun algoritma *Planck* dituliskan pada persamaan (9) sebagai berikut:

$$T_s = \frac{BT}{\{1 + [\frac{\lambda BT}{\rho}] \ln \varepsilon\}} \quad (9)$$

dengan keterangan

$T_s$  = Suhu Permukaan Temperatur (SPT) (K)

$BT$  = *Brightness Temperature* pada sensor (K)

$\lambda$  = panjang gelombang dari kanal ( $\mu\text{m}$ )

$\rho$  =  $1,438 \times 10^{-2}$  mK

$\varepsilon$  = emisivitas spektral (DL)

### 2.7.2 Algoritma Syariz

Syariz (2015) mengembangkan algoritma untuk mendapatkan nilai SPL pada daerah perairan Pulau Poteran dengan menggunakan data nilai SPL hasil

pengukuran lapangan secara *in situ*. Terdapat tiga algoritma pada kanal 10 inframerah termal yang dikembangkan oleh Syariz yang dituliskan pada persamaan (10), (11) dan (12) secara berurutan:

$$y = -0,0835x + 31,192 \quad (10)$$

$$y = -0,0273x^2 + 0,7474x + 43,461 \quad (11)$$

$$y = -0,0054x^3 + 0,2166x^2 - 2,9425x + 43,461 \quad (12)$$

dengan keterangan,

x = nilai *Brightness Temperature* pada obyek (BT<sub>BOA</sub>) (°C)

y = nilai SPL yang dicari (°C)

sedangkan untuk kanal 11 inframerah termal, Syariz mengembangkan algoritma yang dituliskan secara berurutan pada persamaan (13), (14) dan (15)

$$y = -0,0996x + 30,899 \quad (13)$$

$$y = -0,0197x^2 + 0,2881x + 29,004 \quad (14)$$

$$y = 0,0798x^3 - 2,3596x^2 - 23,093x + 44,861 \quad (15)$$

dengan keterangan,

x = nilai *Brightness Temperature* pada obyek (BT<sub>BOA</sub>) (°C)

y = nilai SPL yang dicari (°C)

### 2.7.3 **Split-Window Algorithm**

Metode Split Window Algorithm (SWA) telah dikembangkan untuk mendapatkan nilai SPL dan Suhu

Permukaan Darat secara otomatis dari nilai radian data satelit. Penelitian ini menggunakan algoritma yang dikembangkan oleh Cahyono (2017), yang dijelaskan pada persamaan (16).

$$T_s = BT_{10} + (2946 \times (BT_{10} - BT_{11})) - 0038 \quad (16)$$

dimana  $T_s$  adalah suhu permukaan ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $BT_{10}$  dan  $BT_{11}$  adalah Brightness Temperature pada kanal 10 dan 11 (Cahyono, Armono, & Saptarini, 2017).

## 2.8 Penelitian Sebelumnya Tentang Penginderaan Jauh untuk Suhu Permukaan Laut

Telah dilakukan beberapa penelitian sebelumnya tentang pemakaian penginderaan jauh untuk perhitungan SPL yang dilakukan di berbagai daerah yang bisa dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Penelitian Mengenai Suhu Permukaan Laut

No	Nama	Sensor	Lokasi	Algoritma	Tahun
1	Syariz	Landsat -8	Pulau Poteran	Algoritma Syariz (Persamaan 16-21)	2015
2	Ndossi	Landsat -8	Moncton, New Brunswick, Kanada	Algoritma Planck, Mono-Window Algorithm (MWA),	2016
3	Emiyati	MODIS	Perairan Lombok	Algoritma Brown dan Minnet	2014

Dari beberapa penelitian diatas, dua penelitian diambil di area perairan Indonesia yaitu penelitian yang dilakukan oleh Syariz, Rini, Gaol dan Emiyati. Keempat penelitian tersebut menggunakan algoritma yang berbeda. Syariz (2015) menggunakan algoritma yang dikembangkan sendiri berdasarkan data SPL di lapangan. Sedangkan penelitian lainnya menggunakan algoritma yang telah ada sebelumnya.

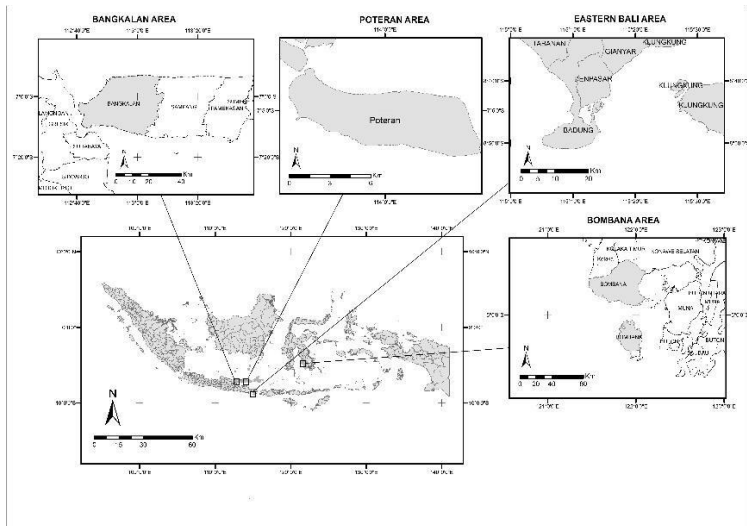
***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di beberapa area perairan Indonesia, adapun daerah yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Area Perairan Bombana
- b. Area Bali bagian timur
- c. Area Pulau Poteran
- d. Area Perairan Bangkalan



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

### 3.2 **Data dan Peralatan**

#### 3.2.1 **Data**

Adapun data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini, antara lain:

- a. Data citra satelit Landsat 8

Tabel 3. 1 Data Citra Satelit Landsat-8

AREA	PATH/ROW	TANGGAL
Perairan Bombana	113/63	20 November 2015
Bali bagian timur	116/66	16 Maret 2016
Pulau Poteran	117/65	22 April 2015
Perairan Bangkalan	118/65	22 Oktober 2015

- b. Data SPL di lapangan

Peralatan yang digunakan untuk pengukuran SPL di lapangan adalah *Water Checker TROLL 9500 Multi Parameter Series S/N 47916* serta *GPS* navigasi untuk cek koordinat di lapangan.

#### 3.2.2 **Peralatan**

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini, antara lain:

- a. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah *Notebook* untuk pengolahan data citra satelit, analisa data hasil pengolahan, dan penulisan laporan

- b. Perangkat Lunak (*Software*)

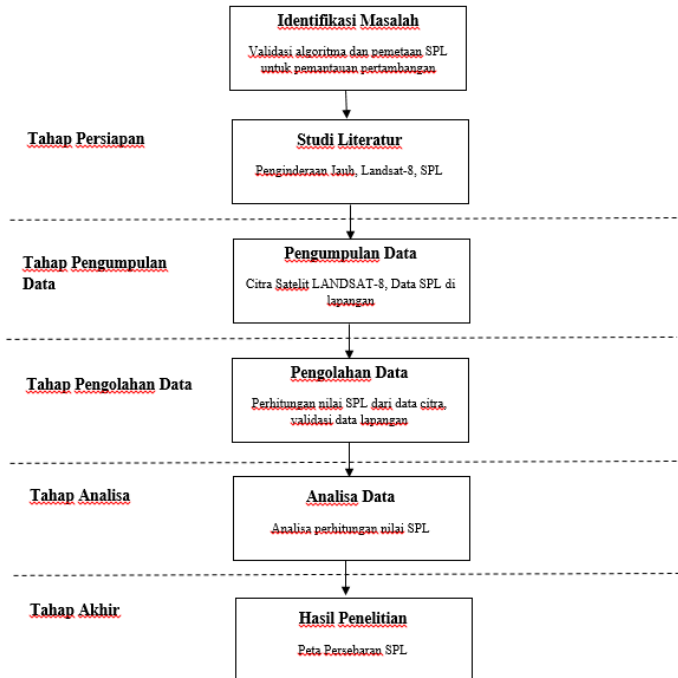
Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

- i. SNAP

- ii. QGIS
- iii. Microsoft Office 2013

### 3.3 Metodologi Pekerjaan

Tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah seperti pada diagram alir berikut ini :



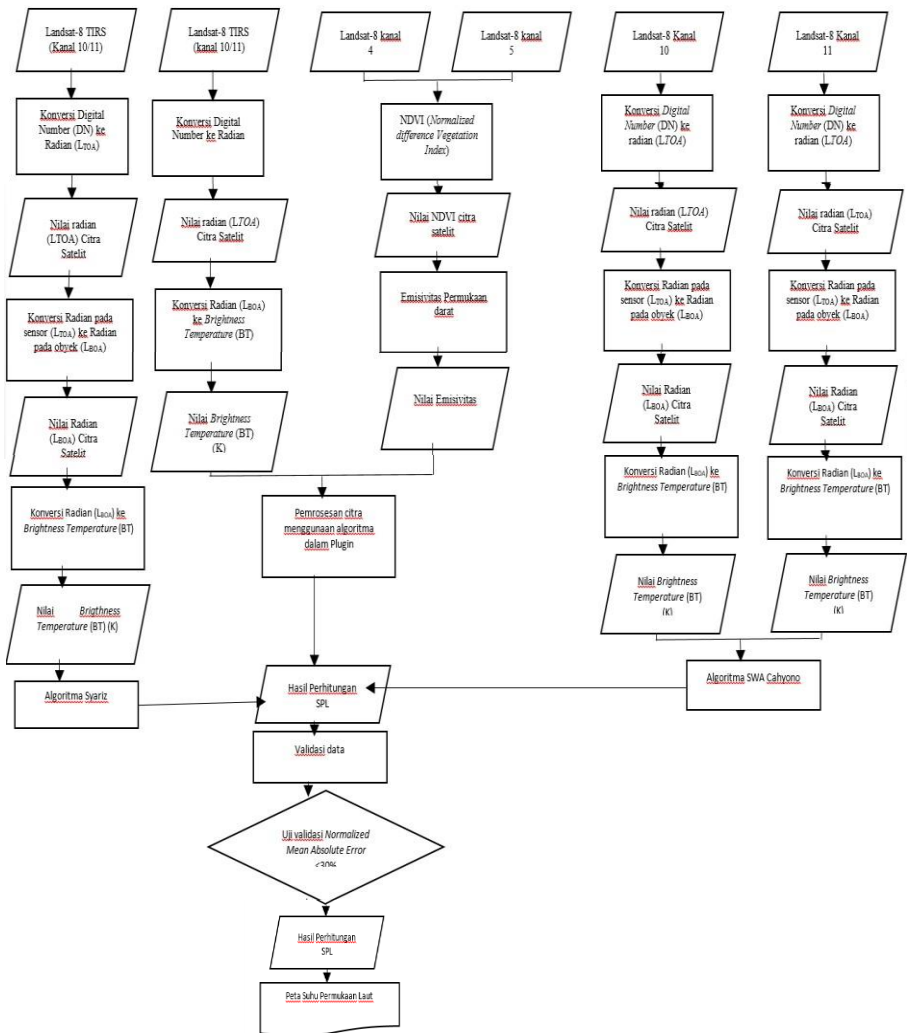
Gambar 3. 2 Flowchart Pengerjaan

Berikut adalah penjelasan diagram alir penelitian Tugas Akhir:

- a. Tahap persiapan  
Kegiatan pada tahap persiapan meliputi :



- i. Identifikasi Awal  
Identifikasi awal bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan dalam suatu penelitian. Adapun permasalahan dalam penelitian tugas akhir ini adalah mengenai validasi algoritma untuk penentuan SPL.
  - ii. Studi Literatur  
Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penginderaan jauh, SPL, referensi koreksi radiometrik baik kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosferik serta literatur lain yang mendukung dari buku, jurnal, majalah, internet, dan lain sebagainya
- b. Tahap Pengumpulan Data  
Data yang dibutuhkan untuk penelitian tugas akhir tentang suhu permukaan laut adalah citra satelit Landsat-8 di beberapa area perairan Indonesia, serta data SPL yang diambil secara insitu.
  - c. Tahap Pengolahan Data  
Adapun alur dari tahap pengolahan data pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:



Gambar 3. 3 Diagram Alir Proses Pengolahan Data

Alur pengolahan data diatas digunakan pada semua daerah penelitian untuk melihat apakah algoritma yang digunakan dapat diaplikasikan pada semua area penelitian.

Adapun penjelasan dari gambar 3.3 adalah sebagai berikut:

- i. Data  
Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah citra satelit Landsat 8 dan data SPL yang didapat dengan pengukuran secara langsung di lapangan
- ii. Merubah Digital Number (DN) ke Radian pada sensor ( $L_{BOA}$ )  
Pada tahapan ini nilai Digital Number (DN) pada citra dirubah menjadi dalam bentuk radian sebelum dilakukan pengolahan
- iii. Merubah nilai Digital Number (DN) ke nilai Brightness Temperature  
Pada tahapan ini nilai radian digunakan pada algoritma untuk mendapatkan nilai Brightness Temperature pada data citra
- iv. Mendapatkan Nilai NDVI pada citra  
Pada tahapan ini menggunakan kanal Red dan Near Infrared (NIR) pada citra untuk mendapatkan nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) yang akan digunakan untuk mengetahui nilai emisivitas obyek
- v. Menghitung Emisivitas permukaan darat menggunakan nilai NDVI  
Untuk menyatukan nilai temperatur obyek yang didapatkan dari nilai radian kanal thermal infrared, nilai emisivitas dari obyek perlu diketahui menggunakan indeks NDVI

- vi. Mendapatkan nilai SPL menggunakan algoritma pada plugin QGIS yaitu algoritma Planck dan MWA.
- vii. Merubah nilai Radian pada sensor ( $L_{TOA}$ ) menjadi Radian pada obyek ( $L_{BOA}$ )  
Apabila nilai  $L_{TOA}$  tidak dirubah menjadi  $L_{BOA}$  maka nilai suhu yang didapat masih merupakan suhu pada atmosfer sedangkan nilai suhu yang dibutuhkan adalah nilai suhu pada permukaan.
- viii. Konversi  $L_{BOA}$  menjadi Brighness Temperature (BT)  
Pada tahapan ini nilai radian digunakan pada algoritma untuk mendapatkan nilai Brighness Temperature di permukaan pada data citra
- ix. Mendapatkan nilai SPL menggunakan Algoritma Syariz  
Algoritma Syaris adalah algoritma permodelan yang dibuat berdasarkan data pengukuran lapangan *in situ*. Nilai BT yang didapatkan dimasukkan kedalam algoritma untuk mendapatkan nilai SPL
- x. Mendapatkan nilai SPL menggunakan Algoritma Split Window Algorithm yang dikembangkan oleh Cahyono (2017)
- xi. Validasi Data  
Hasil SPL yang didapatkan dari citra divalidasi menggunakan data SPL yang didapatkan dengan pengukuran secara langsung di lapangan.
- xii. Menghitung NMAE  
Menghitung nilai NMAE (*Normalized Mean Absolute Error*) hubungan antara data SPL lapangan dan data SPL estimasi.

Adapun syarat minimum nilai NMAE yang dapat digunakan untuk mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh memiliki nilai dibawah 30%.

d. Tahap Akhir

Tahap akhir pada penelitian Tugas Akhir ini adalah nilai korelasi antara nilai SPL yang didapatkan dari citra satelit Landsat-8 dan pengukuran langsung di lapangan serta algoritma yang sudah divalidasi.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data

#### 4.1.1 Data Citra Landsat-8

Data yang digunakan adalah citra Landsat-8 yang saat melintas bersamaan dengan dilakukannya pengukuran data SPL langsung di lapangan. Berikut data citra Landsat-8 yang digunakan dalam penelitian ini, seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Citra Landsat-8

No	Tahun	Tanggal	Path/Row	Area	Nama File
1	2015	20 November	113/63	Perairan Bombana	LC81130632015324LGN00
2	2015	16 Maret	116/66	Bali bagian timur	LC81160662016076LGN00
3	2015	22 Oktober	118/65	Perairan Bangkalan	LC81180652015295LGN00
4	2016	22 April	117/65	Pulau Poteran	LC81170652015112LGN00

#### 4.1.2 Data SPL Lapangan

Adapun data SPL lapangan yang diambil dari setiap area diambil mengikuti waktu melintasnya satelit Landsat-8 di setiap area.

##### a. Data SPL Lapangan Perairan Bombana

Tabel 4. 2 Data SPL Perairan Bombana

Titik	Koordinat		Temperatur (°C)
	Lintang (°)	Bujur (°)	
1	-4,621	122,060	33,000
2	-4,608	122,069	35,330
3	-4,592	122,075	37,000
4	-4,578	122,075	37,000
5	-4,553	122,093	35,000

##### b. Data SPL Lapangan Perairan Bali bagian timur

Tabel 4. 3 Data SPL Lapangan Perairan Bali bagian timur

Titik	Koordinat		Temperatur (°C)
	Lintang (°)	Bujur (°)	
1	-8,714	121,257	26,800
2	-8,714	121,259	27,200
3	-8,713	121,262	27,200
4	-8,710	121,264	28,400
5	-8,707	121,266	27,600
6	-8,706	121,270	26,600
7	-8,706	121,272	26,600
8	-8,694	121,272	27,200
9	-8,692	121,272	27,200
10	-8,687	121,273	26,600
11	-8,686	121,273	26,600
12	-8,680	121,272	27,200

Lanjutan Tabel 4.3

Titik	Koordinat		Temperatur (°C)
	Lintang (°)	Bujur (°)	
13	-8,673	121,670	26,600
14	-8,671	121,269	26,400
15	-8,668	121,268	26,600
16	-8,666	121,268	26,800
17	-8,664	121,267	26,600

## c. Data SPL Lapangan Perairan Bangkalan

Tabel 4. 4 Data SPL Lapangan Perairan Bangkalan

Titik	Koordinat		Temperatur (°C)
	Lintang (°)	Bujur (°)	
1	-6,878	112,988	24,400
2	-6,877	112,990	26,000
3	-6,867	113,005	29,400
4	-6,856	112,949	31,000
5	-6,867	112,993	31,400
6	-6,872	113,010	28,200
7	-6,882	113,998	29,000
8	-6,881	112,993	30,800
9	-6,881	112,992	30,200
10	-6,885	112,997	31,000
11	-6,885	112,996	30,200
12	-6,886	112,996	30,600



## d. Data SPL Lapangan Perairan Potteran

Tabel 4. 5 Data SPL Lapangan Perairan Potteran

Titik	Koordinat		Temperatur (°C)
	Lintang (°)	Bujur (°)	
1	-7,059	113,940	30,000
2	-7,060	113,939	30,000
3	-7,061	113,938	30,000
4	-7,062	113,937	30,000
5	-7,063	113,935	30,000
6	-7,064	113,935	30,000
7	-7,065	113,934	30,000
8	-7,066	113,934	29,900
9	-7,067	113,933	29,900
10	-7,068	113,933	29,900
11	-7,070	113,933	29,900
12	-7,071	113,933	29,900
13	-7,072	113,933	29,900
14	-7,073	113,933	29,900
15	-7,075	113,934	29,900
16	-7,076	113,934	29,900
17	-7,077	113,934	29,900
18	-7,078	113,935	29,900
19	-7,078	113,935	29,900
20	-7,078	113,935	29,800
21	-7,078	113,935	29,800
22	-7,078	113,935	29,800
23	-7,079	113,935	29,800
24	-7,079	113,935	29,800
25	-7,079	113,935	29,800
26	-7,079	113,935	29,800
27	-7,079	113,935	29,800

Lanjutan Tabel 4.5

Titik	Koordinat		Temperatur (°C)
	Lintang (°)	Bujur (°)	
28	-7,079	113,935	29,800
29	-7,080	113,935	29,800
30	-7,082	113,936	29,900
31	-7,083	113,936	29,900
32	-7,084	113,936	29,800
33	-7,086	113,936	29,800
34	-7,087	113,936	29,800
35	-7,088	113,936	29,900
36	-7,089	113,936	29,900
37	-7,055	113,960	30,300
38	-7,054	113,959	30,300
39	-7,053	113,958	30,300
40	-7,053	113,957	30,300
41	-7,053	113,956	30,200
42	-7,053	113,955	30,200
43	-7,053	113,954	30,200
44	-7,053	113,953	30,300
45	-7,053	113,953	30,300
46	-7,053	113,953	30,300
47	-7,053	113,953	30,300
48	-7,053	113,953	30,300

## 4.2 Perbandingan SPL dengan Algoritma Eksisting

### 4.2.1 Algoritma Syariz

Syariz (2016) menggunakan citra Landsat-8 kanal inframerah yang telah dikonversi menjadi *Brightness Temperature* menggunakan persamaan (4) sebelum kemudian diolah menggunakan algoritma yang telah dikembangkan seperti yang dijelaskan pada persamaan (10), (11), (12), (13), (14) dan (15),

Adapun hasil estimasi SPL dengan algoritma Syariz adalah sebagai berikut,

Tabel 4. 6 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Syariz Area Perairan Bombana

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)						
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL Syariz					
		Kanal 10			Kanal 11		
		Linear (°C)	Poly-2 (°C)	Poly-3 (°C)	Linear (°C)	Poly-2 (°C)	Poly-3 (°C)
1	33,000	29,064	26,201	19,780	28,611	11,996	297,300
2	35,330	29,049	26,087	19,349	28,588	11,718	306,980
3	37,000	29,033	25,963	18,869	28,570	11,504	314,640
4	37,000	29,008	25,759	18,074	28,549	11,243	324,140
5	35,000	29,011	25,785	18,175	28,553	11,288	322,500

Tabel 4. 7 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Syariz Area Perairan Bali bagian Timur

Titik	Suhu permukaan laut (SPL)						
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL Syariz					
		Kanal 10					
		Linear (°C)	Poly-2 (°C)	Poly-3 (°C)	Linear (°C)	Poly-2 (°C)	Poly-3 (°C)
1	26,800	29,377	28,230	26,384	29,009	27,377	178,650
2	27,200	29,367	28,180	26,249	29,003	27,353	179,700
3	27,200	29,368	28,184	26,261	29,009	27,377	178,650
4	28,400	29,379	28,244	26,421	29,018	27,420	176,830
5	27,600	29,399	28,346	26,693	29,045	27,543	171,720
6	26,600	29,450	28,594	27,317	29,101	27,786	162,180
7	26,600	29,397	28,334	26,660	29,039	27,518	172,740
8	27,200	29,548	29,014	28,277	29,214	28,243	146,480
9	27,200	29,416	28,430	26,908	29,061	27,614	168,850
10	26,600	29,447	28,578	27,279	29,106	27,808	161,340
11	26,600	29,470	28,689	27,546	29,125	27,888	158,410

Lanjutan Tabel 4.7

Titik	SPL lapangan (°C)	Suhu Permukaan Laut (SPL)					
		Estimasi SPL Syariz					
		Kanal 10					
		Linear (°C)	Poly-1 (°C)	Poly-3 (°C)	Linear (°C)	Poly-2 (°C)	Poly-3 (°C)
12	27,200	29,429	28,494	27,071	29,097	27,769	162,840
13	26,600	29,405	28,376	26,771	29,053	27,577	170,350
14	26,400	29,399	28,343	26,684	29,038	27,510	173,070
15	26,600	29,394	28,321	26,627	29,036	27,501	173,450
16	26,800	29,383	28,262	26,470	29,017	27,415	177,050
17	26,600	29,377	28,230	26,384	29,008	27,373	178,830

Tabel 4. 8 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Syariz  
Area Perairan Bangkalan

Titik	SPL lapangan (°C)	Suhu Permukaan Laut (SPL)					
		Estimasi SPL Syariz					
		Kanal 10			Kanal 11		
		Linear (°C)	Poly-2 (°C)	Poly-3 (°C)	Linear (°C)	Poly-2 (°C)	Poly-3 (°C)
1	24,400	29,040	26,017	19,081	28,427	24,020	384,440
2	26,000	29,025	25,896	18,612	28,408	23,888	394,710
3	29,400	29,107	26,528	20,984	28,485	24,415	354,520
4	31,000	29,175	27,006	22,657	28,549	24,840	323,890
5	31,400	29,112	26,561	21,105	28,481	24,389	356,460
6	28,200	29,107	26,525	20,973	28,477	24,363	358,410
7	29,000	28,635	22,170	1,4104	28,053	21,153	639,750
8	30,800	28,861	24,480	12,677	28,257	22,791	485,980
9	30,200	28,793	23,821	9,6515	28,183	22,211	538,090
10	31,000	28,866	24,521	12,862	28,311	23,193	451,380
11	30,200	28,882	24,673	13,534	28,322	23,272	444,710
12	30,600	28,835	24,228	11,540	28,294	23,066	462,150

Tabel 4. 9 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Syariz  
Area Perairan Potteran

Titik	SPL lapangan (°C)	Suhu Permukaan Laut (SPL)					
		Estimasi SPL Syariz					
		Kanal 10			Kanal 11		
		Linear (°C)	Poly-2 (°C)	Poly-3 (°C)	Linear (°C)	Poly-2 (°C)	Poly-3 (°C)
1	30,000	29,800	36,822	-1,571	29,827	31,924	272,590
2	30,000	29,798	36,835	-1,623	29,825	31,932	273,240
3	30,000	29,823	36,640	-0,969	29,818	31,951	274,750
4	30,000	29,864	36,272	0,479	29,818	31,950	274,680
5	30,000	29,910	36,002	1,035	29,851	31,855	267,040
6	30,000	29,947	35,669	2,344	29,860	31,850	267,460
7	30,000	29,970	35,458	3,174	29,893	31,756	259,940
8	29,900	29,976	35,409	3,366	29,995	31,399	229,080
9	29,900	30,002	35,200	4,077	30,001	31,383	227,770
10	29,900	30,027	34,978	4,951	30,026	31,310	221,920
11	29,900	30,067	34,535	7,015	30,047	31,251	217,220
12	29,900	30,060	34,678	6,130	30,069	31,206	214,450
13	29,900	29,949	35,646	2,436	30,057	31,241	217,320
14	29,900	29,934	35,784	1,892	30,007	31,366	226,450
15	29,900	29,876	36,162	0,913	29,938	31,624	249,340
16	29,900	29,875	36,177	0,852	29,905	31,719	256,960
17	29,900	29,854	36,362	0,122	29,855	31,866	268,750
18	29,900	29,840	36,486	-0,363	29,848	31,866	267,900
19	29,900	29,837	36,515	-0,476	29,847	31,869	268,120
20	29,800	29,836	36,520	-0,499	29,832	31,912	271,580
21	29,800	29,836	36,520	-0,499	29,832	31,912	271,580
22	29,800	29,836	36,520	-0,499	29,832	31,912	271,580

Lanjutan Tabel 4.9

Titik	SPL lapangan (°C)	Suhu Permukaan Laut (SPL)					
		Estimasi SPL Syarif					
		Kanal 10			Kanal 11		
		Linear (°C)	Poly-2 (°C)	Poly-3 (°C)	Linear (°C)	Poly-2 (°C)	Poly-3 (°C)
24	29,800	29,832	36,563	-0,666	29,828	31,923	272,520
25	29,800	29,832	36,563	-0,666	29,828	31,923	272,520
26	29,800	29,832	36,563	-0,666	29,828	31,923	272,520
27	29,800	29,831	36,567	-0,681	29,839	31,891	269,920
28	29,800	29,822	36,645	-0,991	29,864	31,837	266,440
29	29,800	29,825	36,620	-0,893	29,845	31,875	268,620
30	29,900	29,831	36,569	-0,689	29,816	31,958	275,250
31	29,900	29,851	36,391	0,008	29,802	31,997	278,420
32	29,800	29,851	36,387	0,023	29,833	31,908	271,290
33	29,800	29,876	36,165	0,898	29,844	31,876	268,700
34	29,800	29,891	36,030	1,431	29,836	31,900	270,640
35	29,900	29,910	35,998	1,050	29,864	31,837	266,440
36	29,900	29,930	35,821	1,746	29,883	31,784	262,180
37	30,300	30,730	28,904	28,032	30,928	28,880	33,629
38	30,300	30,717	29,017	27,587	30,892	28,984	41,945
39	30,300	30,624	29,823	24,529	30,786	29,269	63,975
40	30,300	30,550	30,348	22,971	30,728	29,498	84,562
41	30,200	30,470	31,038	20,369	30,671	29,663	97,769
42	30,200	30,350	32,195	15,493	30,561	29,961	120,850
43	30,200	30,219	33,206	12,135	30,438	30,199	135,700
44	30,300	30,121	34,056	8,903	30,321	30,595	169,730
45	30,300	30,102	34,224	8,239	30,304	30,645	173,710
46	30,300	30,102	34,224	8,239	30,304	30,645	173,710
47	30,300	30,121	34,056	8,903	30,321	30,595	169,730
48	30,300	30,130	33,976	9,216	30,330	30,568	167,550

4.2.2 **Algoritma Planck**

Pengolahan nilai SPL menggunakan algoritma Planck pada penelitian ini menggunakan *plugin* QGIS. Citra Landsat-8 kanal inframerah yang telah dikonversi menjadi *Brightness Temperature* dikoreksi dengan nilai emisi zat. Adapun algoritma Planck dijelaskan pada persamaan (9), dan hasil SPL yang didapatkan adalah sebagai berikut

Tabel 4. 10 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Planck Area Perairan Bombana

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)			
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL Planck (°C)		
		Kanal 10	Kanal 11	
1	33,000	25,683	23,011	
2	35,330	25,861	23,246	
3	37,000	26,053	23,427	
4	37,000	26,360	23,644	
5	35,000	26,321	23,607	

Tabel 4. 11 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Planck Area Perairan Bali bagian Timur

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)			
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL Planck (°C)		
		Kanal 10	Kanal 11	
1	26,800	21,887	19,019	
2	27,200	22,001	19,073	
3	27,200	21,991	19,019	
4	28,400	21,854	18,925	
5	27,600	21,613	18,649	

Lanjutan Tabel 4.11

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)		
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL Planck (°C)	
		Kanal 10	Kanal 11
6	26,600	20,998	18,080
7	26,600	21,643	18,705
8	27,200	19,813	16,923
9	27,200	21,411	18,485
10	26,600	21,039	18,026
11	26,600	20,748	17,832
12	27,200	21,251	18,122
13	26,600	21,541	18,571
14	26,400	21,620	18,723
15	26,600	21,673	18,744
16	26,800	21,812	18,936
17	26,600	21,887	19,028

Tabel 4. 12 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma Planck Area  
Perairan Bangkalan

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)		
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL Planck (°C)	
		Kanal 10	Kanal 11
1	26,800	21,887	19,019
2	27,200	22,001	19,073
3	27,200	21,991	19,019
4	28,400	21,854	18,925
5	27,600	21,613	18,649
6	26,600	20,998	18,080
7	26,600	21,643	18,705
8	27,200	19,813	16,923
9	27,200	21,411	18,485
10	26,600	21,039	18,026
11	26,600	20,748	17,832
12	27,200	21,251	18,122



Tabel 4. 13 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma  
Planck Area Perairan Potteran

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)		
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL Planck (°C)	
		Kanal 10	Kanal 11
1	30,000	16,752	10,678
2	30,000	16,770	10,706
3	30,000	16,468	10,773
4	30,000	15,968	10,770
5	30,000	15,417	10,434
6	30,000	14,965	10,345
7	30,000	14,679	10,014
8	29,900	14,613	8,966
9	29,900	14,291	8,908
10	29,900	13,990	8,651
11	29,900	13,501	8,444
12	29,900	13,584	8,215
13	29,900	14,934	8,341
14	29,900	15,121	8,850
15	29,900	15,819	9,549
16	29,900	15,840	9,884
17	29,900	16,091	10,402
18	29,900	16,259	10,472
19	29,900	16,298	10,481
20	29,800	16,306	10,634
21	29,800	16,306	10,634
22	29,800	16,306	10,634
23	29,800	16,350	10,643
24	29,800	16,363	10,675
25	29,800	16,363	10,675

Lanjutan Tabel 4.13

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)		
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL Planck (°C)	
		Kanal 10	Kanal 11
26	29,800	16,363	10,675
27	29,800	16,369	10,561
28	29,800	16,476	10,301
29	29,800	16,442	10,504
30	29,900	16,371	10,795
31	29,900	16,131	10,934
32	29,800	16,125	10,621
33	29,800	15,824	10,507
34	29,800	15,640	10,592
35	29,900	15,411	10,301
36	29,900	15,171	10,113
37	30,300	5,446	-0,541
38	30,300	5,600	-0,175
39	30,300	6,731	0,901
40	30,300	7,630	1,499
41	30,200	8,604	2,080
42	30,200	10,064	3,203
43	30,200	11,659	4,458
44	30,300	12,850	5,647
45	30,300	13,079	5,822
46	30,300	13,079	5,822
47	30,300	12,850	5,647
48	30,300	12,742	5,551

#### 4.2.3 **Mono-Window Algorithm (MWA)**

Untuk melakukan pengolahan nilai SPL menggunakan algoritma MWA, ada beberapa parameter yang harus diketahui yaitu nilai emisivitas

permukaan tanah, transmisi atmosfer dan rata-rata temperatur efektif atmosfer. Algoritma MWA dijelaskan pada persamaan (6), (7) dan (8). Berikut adalah hasil estimasi SPL menggunakan algoritma MWA.

Tabel 4. 14 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma MWA Area Perairan Bombana

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)		
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL MWA (°C)	
		Kanal 10	Kanal 11
1	33,000	25,671	23,000
2	35,330	25,849	23,235
3	37,000	26,041	23,415
4	37,000	26,347	23,633
5	35,000	26,309	23,596

Tabel 4. 15 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma MWA Area Perairan Bali bagian Timur

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)		
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL MWA (°C)	
		Kanal 10	Kanal 11
1	26,800	21,875	18,953
2	27,200	21,990	19,007
3	27,200	21,980	18,953
4	28,400	21,843	18,859
5	27,600	21,602	18,583
6	26,600	20,987	18,015
7	26,600	21,632	18,639
8	27,200	19,802	16,858

Lanjutan Tabel 4.15

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)		
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL MWA (°C)	
		Kanal 10	Kanal 11
9	27,200	21,400	18,419
10	26,600	21,027	17,961
11	26,600	20,737	17,767
12	27,200	21,240	18,056
13	26,600	21,529	18,506
14	26,400	21,609	18,657
15	26,600	21,661	18,678
16	26,800	21,801	18,871
17	26,600	21,875	18,962

Tabel 4. 16 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma MWA Area Perairan Bangkalan

Titik	Suhu permukaan laut (SPL)		
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL MWA (°C)	
		Kanal 10	Kanal 11
1	26,800	25,957	24,875
2	27,200	26,141	25,068
3	27,200	25,146	24,285
4	28,400	24,329	23,627
5	27,600	25,090	24,325
6	26,600	25,150	24,365
7	26,600	30,878	28,679
8	27,200	28,127	26,597
9	27,200	28,963	27,359
10	26,600	28,073	26,051
11	26,600	27,872	25,942
12	27,200	28,452	26,225

Tabel 4. 17 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma MWA  
Area Perairan Potteran

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)		
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL Planck (°C)	
		Kanal 10	Kanal 11
1	30,000	16,741	10,614
2	30,000	13,979	10,643
3	30,000	13,489	10,709
4	30,000	13,572	10,706
5	30,000	14,922	10,371
6	30,000	15,110	10,282
7	30,000	15,808	9,951
8	29,900	15,829	8,903
9	29,900	16,080	8,845
10	29,900	16,248	8,588
11	29,900	16,287	8,381
12	29,900	16,759	8,152
13	29,900	16,295	8,278
14	29,900	16,295	8,787
15	29,900	16,295	9,486
16	29,900	16,339	9,821
17	29,900	16,352	10,339
18	29,900	16,352	10,409
19	29,900	16,352	10,418
20	29,800	16,357	10,570
21	29,800	16,464	10,570
22	29,800	16,430	10,570
23	29,800	16,457	10,580
24	29,800	16,360	10,611
25	29,800	16,120	10,611

Lanjutan Tabel 4.17

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)		
	SPL lapangan (°C)	Estimasi SPL Planck (°C)	
		Kanal 10	Kanal 11
26	29,800	16,114	10,611
27	29,800	15,813	10,497
28	29,800	15,629	10,237
29	29,800	15,400	10,440
30	29,900	15,160	10,732
31	29,900	5,433	10,871
32	29,800	5,587	10,558
33	29,800	6,719	10,443
34	29,800	15,956	10,529
35	29,900	7,617	10,237
36	29,900	8,592	10,050
37	30,300	10,052	-0,604
38	30,300	11,647	-0,238
39	30,300	12,838	0,838
40	30,300	13,067	1,436
41	30,200	13,067	2,017
42	30,200	12,838	3,146
43	30,200	12,730	4,396
44	30,300	15,405	5,584
45	30,300	14,954	5,758
46	30,300	14,668	5,759
47	30,300	14,602	5,584
48	30,300	14,280	5,489

#### 4.2.4 **Split-Window Algorithm (SWA)**

Algoritma SWA yang digunakan pada penelitian ini adalah algoritma SWA yang dikembangkan oleh Cahyono (2017) untuk daerah Paiton. Pada algoritma

ini menggunakan penerapan dua kanal secara bersamaan yaitu kanal 10 dan 11 untuk mendapatkan nilai SPL. Algoritma ini dijelaskan pada persamaan (16). Berikut hasil estimasi SPL menggunakan algoritma SWA

Tabel 4. 18 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma SWA  
Area Perairan Bombana

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)	
	SPL Lapangan (°C)	Estimasi SPL SWA (°C)
1	33,000	32,848
2	35,330	32,857
3	37,000	33,080
4	37,000	33,641
5	35,000	33,600

Tabel 4. 19 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma SWA  
Area Perairan Bali bagian timur

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)	
	SPL Lapangan (°C)	Estimasi SPL SWA (°C)
1	26,800	29,826
2	27,200	29,409
3	27,200	28,841
4	28,400	29,959
5	27,600	29,780
6	26,600	29,651
7	26,600	29,794
8	27,200	29,777
9	27,200	29,800
10	26,600	30,116
11	26,600	30,232
12	27,200	29,976
13	26,600	29,837
14	26,400	29,097
15	26,600	29,790

Lanjutan Tabel 4.19

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)	
	SPL Lapangan (°C)	Estimasi SPL SWA (°C)
16	26,800	27,840
17	26,600	29,526

Tabel 4. 20 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma SWA  
Area Perairan Bangkalan

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)	
	SPL Lapangan (°C)	Estimasi SPL SWA (°C)
1	26,800	28,507
2	27,200	28,666
3	27,200	27,063
4	28,400	25,796
5	27,600	26,731
6	26,600	26,851
7	26,600	36,618
8	27,200	31,954
9	27,200	32,996
10	26,600	33,332
11	26,600	32,869
12	27,200	34,302



Tabel 4. 21 Hasil Estimasi SPL dari Algoritma SWA  
Area Perairan Potteran

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)	
	SPL Lapangan (°C)	Estimasi SPL SWA (°C)
1	30,000	34,060
2	30,000	29,199
3	30,000	27,893
4	30,000	28,881
5	30,000	33,767
6	30,000	33,020
7	30,000	33,707
8	29,900	32,817
9	29,900	32,291
10	29,900	32,740
11	29,900	32,865
12	29,900	34,048
13	29,900	32,454
14	29,900	32,454
15	29,900	32,454
16	29,900	32,599
17	29,900	32,558
18	29,900	32,558
19	29,900	32,558
20	29,800	32,909
21	29,800	34,081
22	29,800	33,359
23	29,800	32,680
24	29,800	32,240
25	29,800	30,900
26	29,800	31,789
27	29,800	30,947
28	29,800	29,984
29	29,800	29,940
30	29,900	29,551
31	29,900	22,639
32	29,800	22,175
33	29,800	23,452
34	29,800	30,746

Lanjutan Tabel 4.21

Titik	Suhu Permukaan Laut (SPL)	
	SPL Lapangan (°C)	Estimasi SPL SWA (°C)
35	29,900	25,209
36	29,900	27,312
37	30,300	29,731
38	30,300	32,292
39	30,300	33,476
40	30,300	33,860
41	30,200	33,860
42	30,200	33,476
43	30,200	33,334
44	30,300	29,574
45	30,300	28,076
46	30,300	27,922
47	30,300	30,707
48	30,300	29,624

### 4.3 Uji Akurasi Algoritma Eksisting

Nilai SPL estimasi dari algoritma SPL kemudian diuji dengan menggunakan nilai *NMAE*. Adapun nilai *NMAE* SPL estimasi dari algoritma Syariz, Planck, MWA dan SWA dengan SPL lapangan ditampilkan pada tabel 4.22 .

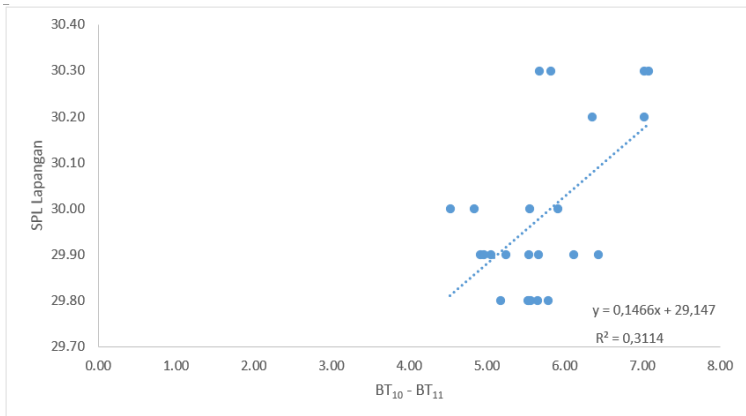
Tabel 4. 22 Perbandingan NMAE SPL Estimasi Algoritma Eksisting dan SPL Lapangan

Area	Algoritma	SPL Rata-rata (°C)	SPL Maksimum (°C)	SPL Minimum (°C)	NMAE (%)	N
Bali	Syariz	27,593	28,243	27,354	2,409	17
	Planck	18,521	19,073	16,924	31,263	
	MWA	21,878	22,415	20,323	31,506	
	SWA	29,603	30,232	27,840	9,865	
Bangkalan	Syariz	23,467	24,840	21,153	19,557	12
	Planck	25,686	28,750	23,695	12,051	
	MWA	25,616	28,679	23,627	12,288	
	SWA	30,474	36,618	25,796	4,204	
Bombana	Syariz	28,574	28,611	28,549	19,284	5
	Planck	23,387	23,644	23,011	33,961	
	MWA	23,375	23,632	23,000	33,993	
	SWA	33,205	33,641	32,848	6,225	
Potteran	Syariz	31,315	31,997	28,880	0,218	48
	Planck	8,429	10,934	-0,500	71,827	
	MWA	8,366	10,871	-0,605	72,038	
	SWA	31,016	34,081	22,175	3,452	

Pada Tabel 4.22, berdasarkan nilai *NMAE* dari keempat algoritma pada setiap area penelitian didapatkan nilai *NMAE* terkecil pada algoritma Syariz di daerah perairan Potteran dengan nilai *NMAE* sebesar 0,218%. Semakin kecil nilai *NMAE* maka hubungan antar datanya semakin baik. Adapun syarat minimum nilai *NMAE* yang dapat digunakan untuk mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh memiliki nilai dibawah 30% (Jaelani, Matsushita, Yang, & Fukushima, 2015). Algoritma Planck dan MWA menunjukkan hasil yang kurang baik di area perairan Bali bagian timur, Potteran dan Bombana dengan nilai *NMAE* yang lebih dari 30%.

#### 4.4 Pemodelan Algoritma SPL

Pada penelitian ini dilakukan pemodelan algoritma baru untuk mendapatkan nilai SPL yang lebih akurat. Dari 48 titik sampel pengambilan SPL di daerah Poteran, 24 titik sampel digunakan untuk pembuatan algoritma model dan 24 titik lainnya digunakan untuk validasi. Adapun pemodelan algoritma ini menggunakan fungsi linear dari hubungan antara nilai selisih *Brighthness Temperature* pada dua kanal inframerah termal yaitu kanal 10 dan 11 dengan data SPL lapangan perairan Poteran yang digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 4. 1 Hubungan antara SPL Lapangan dan selisih nilai *Brightness Temperature* kanal 10 dan 11

Adapun algoritma model yang dibentuk ditunjukkan pada persamaan (17).

$$y = 0,146x + 29,147 \quad (17)$$

Dengan  $x$  adalah selisih dari *Brightness Temperature* kanal 10 dan kanal 11.

4.5 **Uji Akurasi Algoritma Baru**

Model algoritma SPL yang telah dibuat, kemudian diuji dengan nilai *NMAE* terhadap data SPL lapangan setiap daerah penelitian untuk validasi. Perbandingan nilai SPL lapangan dan estimasi dari algoritma model ditampilkan pada Tabel 4.24, 4.25, 4.26, dan 4.27. Adapun perbandingan nilai *NMAE* SPL estimasi algoritma SWA dan algoritma model ditampilkan pada Tabel 4.28.

Tabel 4. 23 Perbandingan SPL lapangan dan Estimasi Algoritma Baru (Validasi) Daerah Bali perairan timur

Titik	SPL (°C)	
	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)
1	26,800	29,552
2	27,200	29,560
3	27,200	29,567
4	28,400	29,561
5	27,600	29,566
6	26,600	29,559
7	26,600	29,562
8	27,200	29,555
9	27,200	29,560
10	26,600	29,572
11	26,600	29,558
12	27,200	29,589
13	26,600	29,566
14	26,400	29,556
15	26,600	29,560
16	26,800	29,553
17	26,600	29,550

Tabel 4. 24 Perbandingan SPL lapangan dan Estimasi  
Algoritma Baru (Validasi) Daerah Bangkalan

Titik	SPL (°C)	
	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)
1	24,400	29,285
2	26,000	29,284
3	29,400	29,254
4	31,000	29,231
5	31,400	29,240
6	28,200	29,243
7	29,000	29,447
8	30,800	29,350
9	30,200	29,361
10	31,000	29,422
11	30,200	29,408
12	30,600	29,451

Tabel 4. 25 Perbandingan SPL lapangan dan Estimasi  
Algoritma Baru (Validasi) Daerah Bombana

Titik	SPL (°C)	
	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)
1	33,000	29,516
2	35,330	29,507
3	37,000	29,509
4	37,000	29,522
5	35,000	29,522

Tabel 4. 26 Perbandingan SPL lapangan dan Estimasi  
Algoritma Baru (Validasi) Daerah Poteran

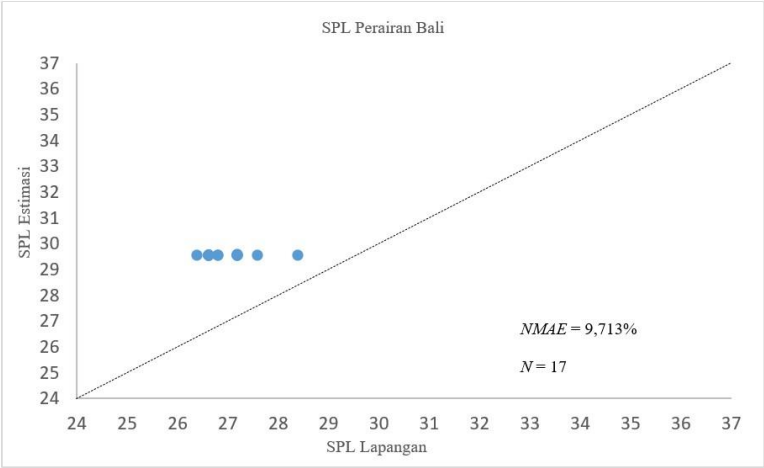
Titik	SPL (°C)	
	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)
1	30,000	30,013
2	30,000	29,888
3	30,000	29,804
4	30,000	29,952
5	30,000	29,908
6	30,000	29,912
7	30,000	30,043
8	29,900	29,997
9	29,900	29,973
10	29,900	29,956
11	29,900	29,956
12	29,900	29,959
13	29,900	29,959
14	29,900	30,029
15	29,900	29,942
16	29,900	29,932
17	29,900	29,866
18	29,900	29,867
19	29,900	29,970
20	29,800	30,021
21	29,800	30,127
22	29,800	30,177
23	29,800	30,185
24	29,800	30,175

Tabel 4. 27 Uji Akurasi Algoritma Model

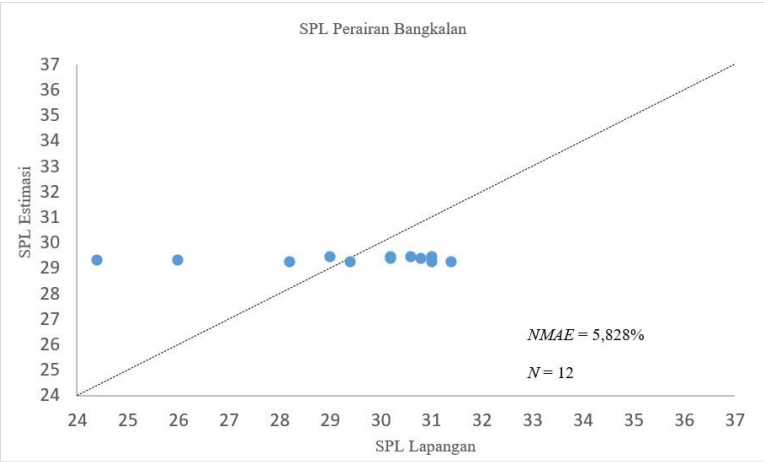
Area	SPL Rata-rata (°C)	SPL Maksimum (°C)	SPL Minimum (°C)	NMAE (%)	N
Bali	29,562	29,589	29,550	9,713	17
Bangk alan	29,331	29,451	29,231	5,828	12
Bomba na	29,515	29,522	29,507	16,630	5
Potera n	29,983	30,184	29,804	0,401	48

Pada tabel menampilkan nilai *NMAE* algoritma model berkisar antara 0,401% - 16,630%, dengan hasil terbaik ditunjukkan pada daerah perairan Poteran dengan nilai *NMAE* sebesar 0,401%. Adapun syarat minimum nilai *NMAE* yang dapat digunakan untuk mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh memiliki nilai dibawah 30% (Jaelani et al., 2015). Nilai *NMAE* dari algoritma model saat diterapkan di semua daerah penelitian memenuhi syarat minimum *NMAE* yang dapat digunakan untuk proses selanjutnya. Grafik hubungan antara nilai SPL lapangan dan SPL estimasi menggunakan algoritma model ditampilkan pada Gambar 4.2, 4.3, 4.5, dan 4.6.

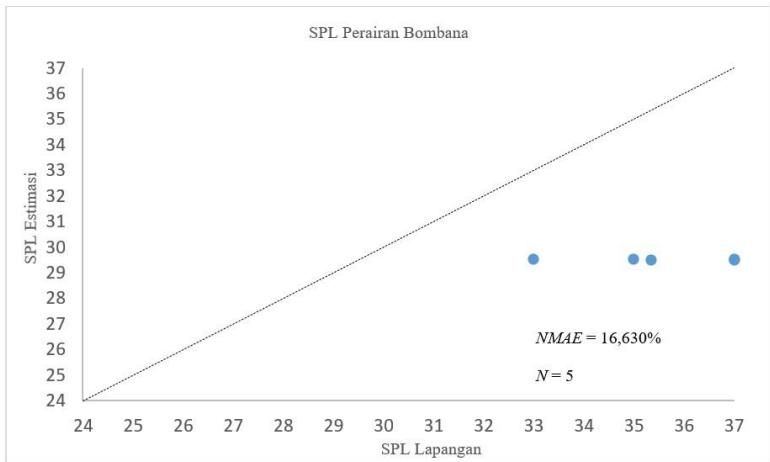




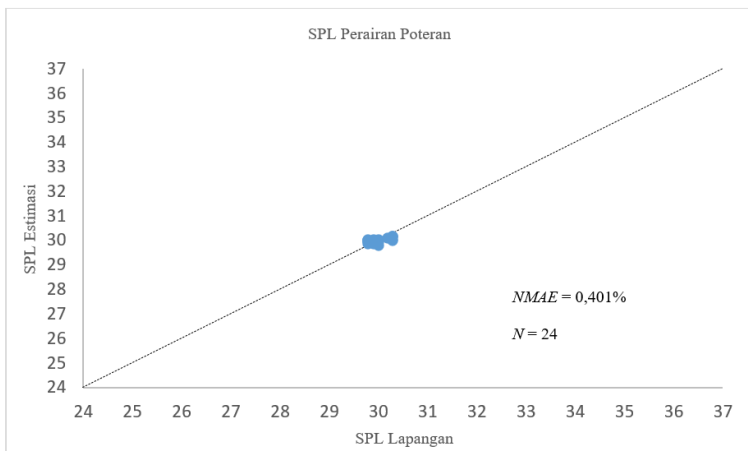
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan SPL Lapangan Perairan Bali dan SPL estimasi Algoritma Model



Gambar 4. 3 Grafik Hubungan SPL Lapangan Perairan Bangkalan dan SPL estimasi Algoritma Model



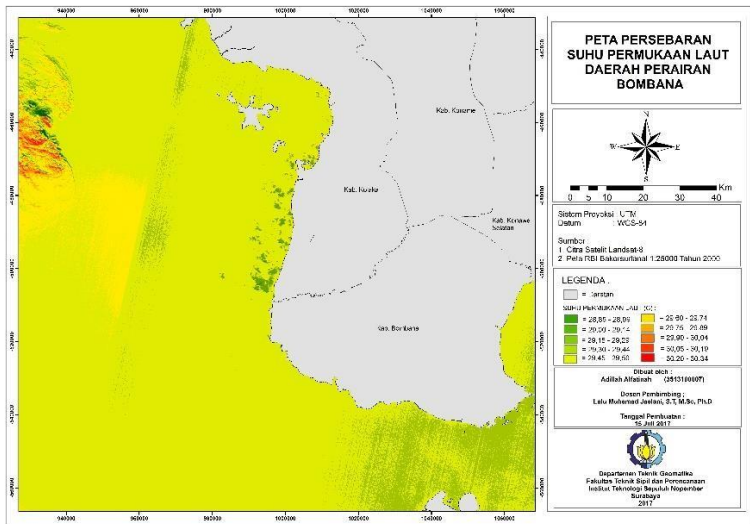
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan SPL Lapangan Perairan Bombana dan SPL estimasi Algoritma Model



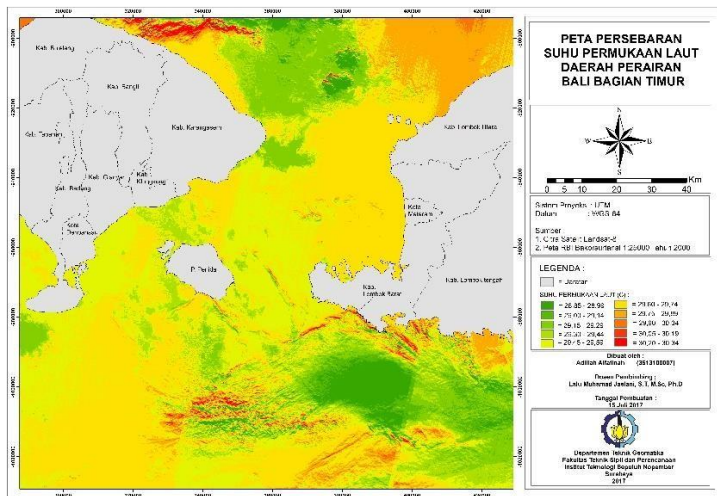
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan SPL Lapangan Perairan Poteran dan SPL estimasi Algoritma Model

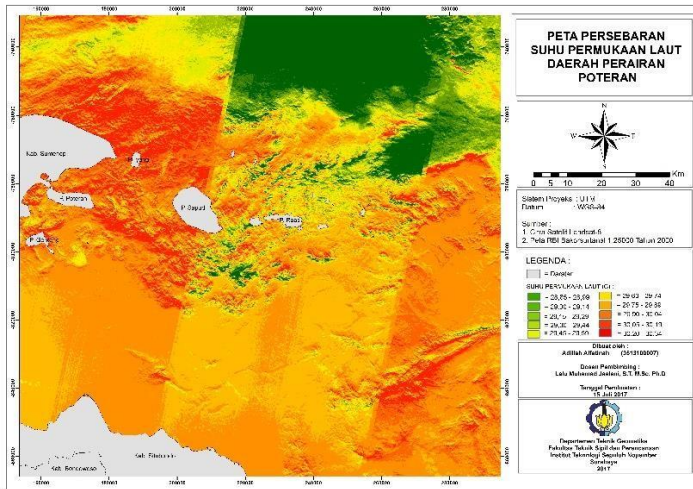
#### 4.6 Sebaran SPL dengan Algoritma Baru

Pemetaan sebaran SPL estimasi dari algoritma model di daerah penelitian perairan Bali bagian timur, Bangkalan, Bombana dan Poteran dilakukan menggunakan perangkat lunak SNAP 2.0. Adapun hasil yang didapatkan ditunjukkan pada Gambar 4.6, 4.7, 4.8 dan 4.9.



Gambar 4. 6 Peta Persebaran SPL Daerah Perairan Bombana





Gambar 4. 9 Peta Persebaran SPL Daerah Perairan Poteran

Berdasarkan pada peta persebaran SPL, nilai SPL yang dihasilkan oleh algoritma model menghasilkan kisaran nilai SPL antara 29°C hingga 30°C. Terdapat perbedaan nilai SPL yang cukup besar antara nilai SPL lapangan dan algoritma model pada beberapa daerah penelitian, yaitu daerah perairan Bombana dan Bali bagian timur. Pada perairan Bombana, data SPL lapangan menunjukkan kisaran nilai antara 33°C hingga 37°C.

#### 4.7 **Pengaruh SPL Terhadap Pemantauan Kualitas Perairan**

Mengacu pada pendapat Boyd (1979) dan PP No.82/2001 mengenai Mutu Baku Air, kisaran SPL pada perairan Indonesia adalah sebesar 25°C hingga 32°C. Kisaran suhu tersebut masih layak untuk kehidupan organisme perairan.

Berdasarkan nilai sebaran SPL yang dihasilkan algoritma model, didapatkan kisaran SPL sebesar 29°C hingga 30°C pada setiap daerah penelitian. Hal ini

menunjukkan dengan menggunakan nilai SPL yang dihasilkan oleh algoritma model, semua daerah penelitian dapat diindikasikan sebagai wilayah perairan dengan kualitas yang baik.

Sedangkan berdasarkan nilai SPL lapangan pada setiap wilayah penelitian, hanya wilayah perairan Bali bagian timur, Bangkalan dan Bombana yang memenuhi kriteria. Berdasarkan nilai SPL lapangan, perairan Bombana memiliki kisaran SPL sebesar 33°C hingga 37°C. Nilai SPL ini menunjukkan apabila kualitas perairan di daerah ini kurang baik. Hal ini disebabkan di daerah perairan Bombana terdapat aktifitas pertambangan yang berpotensi merusak kualitas air laut pada wilayah perairan Bombana. Aktifitas pertambangan merupakan salah satu faktor yang dapat merusak kualitas perairan karena masuknya zat pencemar yang diakibatkan oleh aktifitas tersebut.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa pengaruh SPL perairan terhadap kualitas perairan, di dapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Algoritma eksisting yang digunakan pada penelitian ini yaitu Algoritma Syariz, Planck, Mono Window Algorithm dan Split Window Algorithm memberikan tingkat akurasi yang berbeda. Algoritma yang menghasilkan performa terbaik saat diterapkan adalah Algoritma Syariz dan Split Window Algorithm yang dikembangkan oleh Cahyono (2017) dengan *NMAE* sebesar 0,218%-19,557% dan 3,452%-9,865%. Nilai *NMAE* yang didapatkan kedua algoritma ini memenuhi syarat yaitu dibawah 30%. Sedangkan pada algoritma Planck dan Mono Window Algorithm pada daerah perairan Bali bagian timur, Bombana dan Poteran, kedua algoritma ini menghasilkan nilai *NMAE* yang tidak memenuhi syarat. Adapun nilai *NMAE* pada algoritma model yang dibentuk menggunakan data SPL Poteran juga memenuhi syarat saat diterapkan pada semua daerah penelitian, yaitu berkisar diantara 0,401% - 16,630%
- b. Berdasarkan Boyd (1979) dan PP No.82/2001 mengenai Mutu Baku Air, nilai SPL estimasi menggunakan algoritma model di setiap daerah penelitian yaitu perairan Bali bagian timur, Bangkalan, Bombana dan Poteran merupakan perairan dengan kualitas perairan yang baik karena memiliki suhu yang sesuai dengan syarat yaitu antara 25°C hingga 32°C. Sedangkan berdasarkan nilai SPL



lapangan, perairan Bombana merupakan perairan dengan kualitas perairan yang kurang baik karena tidak memenuhi syarat.

## 5.2 **Saran**

Berdasarkan hasil pengolahan data dan kesimpulan yang diperoleh, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain :

- a. Dianjurkan untuk penelitian selanjutnya jumlah titik sampel yang diambil disesuaikan dengan luas wilayah penelitian sehingga hasil validasi yang didapatkan bisa lebih akurat.
- b. Dianjurkan untuk melakukan *Groundtruth* terlebih dahulu di daerah penelitian yang diambil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affan, J. M. (2010). Analisis Potensi Sumberdaya Laut Dan Kualitas Perairan Berdasarkan Parameter Fisika Dan Kimia Di Pantai Timur Kabupaten Bangka Tengah, 99–113.
- Ali, K. (2014). *Pemetaan Suhu Permukaan Laut di Perairan Timur Aceh dengan Menggunakan Citra Aqua MODIS*. Universitas Riau.
- Birowo, S. (1979). *Kemungkinan Terjadinya Upwelling di Laut Flores dan Teluk Bone*. Jakarta: Lembaga Oseanografi Nasional - LIPI.
- Bishop, J. E. (1973). *Limnology of Small Malayan River Gombak*. Den Haag: Dr. W. Junk. V.B. Publisher.
- Boyd, C. E. (1979). *Water Quality in Warm Fish Ponds*. Oxford: Oxford University Press.
- Cahyono, A. B., Armono, H. D., & Saptarini, D. (2017). Estimation of Sea Surface Temperature ( SST ) Using Split Window Methods for Monitoring Industrial Activity in Coastal Area, (January).  
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.862.90>
- Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to Remote Sensing* (5th Editio). New York: The Guilford Press.
- Curran, P. . (1985). *Principle of Remote Sensing*. New York: John Willy & Son.
- Danoedoro, P. (1996). *Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Effendi, M. I. (2003). *Biologi Perikanan*. Jakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Gaol, J. L., Arhatin, R. E., & Ling, M. M. (2014). Pemetaan Suhu Permukaan Laut Dari Satelit Di Perairan Indonesia Untuk Mendukung “ One Map Policy .” *Proceeding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*, 433–442.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2004). *Fundamental of Physics*. USA: Wiley.

- Haslam, S. M. (1995). *River Pollution, an Ecological Perspective*. London: Belhaven Press.
- Hendiarti, N., Suwarso, Aldrian, E., & Amri, K. (2005). Seasonal Variation of Pelagic Fish Catch Around Java. *Oceanography*, 18(4), 112–123.
- Hutabarat, S., & Evans, S. (1985). *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: UI Press.
- Jaelani, L. M., Matsushita, B., Yang, W., & Fukushima, T. (2015). International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation An improved atmospheric correction algorithm for applying MERIS data to very turbid inland waters. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 39, 128–141. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.03.004>
- Jensen, J. R. (1986). *Introductory Digital Image Processing – a Remote Sensing Prespective*. London: Prentice Hall.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. (2011). *Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2011*. Jakarta.
- Laevastu, T., & Hela, I. (1970). *Fisheries Oceanography*. London: Fishing News.
- LAPAN. (2013). *Jurnal Inderaja Volume IV*. (Bidang Pengembangan Bank Data Penginderaan Jauh Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, Ed.) (6th ed., Vol. 6). Jakarta: LAPAN.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation* (5th Editio). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Monteith, J. L., & Unsworth, M. H. (1990). *Principles of Enviromental Physics* (2nd Editio). New York: Butterworth-Heinemann.
- NASA. (2008). Landsat-8 / LDCM (Landsat Data Continuity Mission).
- NASA. (2015). Introduction To The Electromagnetic Spectrum. Retrieved December 16, 2016, from [http://missionscience.nasa.gov/ems/01\\_intro.html](http://missionscience.nasa.gov/ems/01_intro.html)

- Nontji, A. (1986). *Laut Nusantara*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Nontji, A. (1993). *Laut Nusantara*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Qianguo, X. (2005). Atmospheric Correction of Landsat Data for the Retrieval of Sea Surface Temperature in Coastal Water. *Acta Oceanologica*, 25(3), 25–34.
- Ray, T. W. (1995). A FAQ Vegetation in Remote Sensing. California: Division of Geological and Planetary Sciences California Institute of Technology.
- Shofiyanti, R. (2007). Inderaja untuk mengkaji kekeringan di lahan pertanian, 16(1), 923–936.
- Sitanggang, G. (2010). Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan : Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM ( Landsat-8 ). *Berita Dirgantara*, 11(2), 47–58.
- Soeseno, S. (1984). *Limnologi*. Bogor: Direktorat Jenderal Perikanan.
- Sutanto. (1987). *Penginderaan Jauh Jilid 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sutanto. (1994). *Penginderaan Jauh Jilid 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wubet, M. T. (2003). Estimation of Absolute Surface Temperature by Satellite Remote Sensing.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## LAMPIRAN 1

### Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan SPL Estimasi Algoritma Syariz linear Perairan Bali bagian Timur Kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	26,800	29,377	17	0,012	0,096	9,160
2	27,200	29,368			0,080	
3	27,200	29,369			0,080	
4	28,400	29,380			0,035	
5	27,600	29,400			0,065	
6	26,600	29,450			0,107	
7	26,600	29,397			0,105	
8	27,200	29,548			0,086	
9	27,200	29,416			0,081	
10	26,600	29,447			0,107	
11	26,600	29,471			0,108	
12	27,200	29,430			0,082	
13	26,600	29,406			0,105	
14	26,400	29,399			0,114	
15	26,600	29,395			0,105	
16	26,800	29,383			0,096	
17	26,600	29,377			0,104	
Total	458,200	500,013				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Bali bagian  
Timur Kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	26,800	28,230	17	0,016	0,053	5,417
2	27,200	28,180			0,036	
3	27,200	28,185			0,036	
4	28,400	28,244			-0,005	
5	27,600	28,347			0,027	
6	26,600	28,594			0,075	
7	26,600	28,334			0,065	
8	27,200	29,015			0,067	
9	27,200	28,430			0,045	
10	26,600	28,579			0,074	
11	26,600	28,689			0,079	
12	27,200	28,495			0,048	
13	26,600	28,377			0,067	
14	26,400	28,344			0,074	
15	26,600	28,322			0,065	
16	26,800	28,262			0,055	
17	26,600	28,230			0,061	
Total	458,200	482,858				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Bali bagian  
Timur Kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	26,800	26,384	17	0,019	-0,016	0,442
2	27,200	26,250			-0,035	
3	27,200	26,261			-0,035	
4	28,400	26,422			-0,070	
5	27,600	26,693			-0,033	
6	26,600	27,318			0,027	
7	26,600	26,660			0,002	
8	27,200	28,277			0,040	
9	27,200	26,909			-0,011	
10	26,600	27,280			0,026	
11	26,600	27,546			0,036	
12	27,200	27,072			-0,005	
13	26,600	26,771			0,006	
14	26,400	26,685			0,011	
15	26,600	26,627			0,001	
16	26,800	26,470			-0,012	
17	26,600	26,384			-0,008	
Total	458,200	456,010				



Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Linear Perairan Bali bagian  
Timur Kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	26,800	29,009	17	0,008	0,082	7,845
2	27,200	29,004			0,066	
3	27,200	29,009			0,067	
4	28,400	29,018			0,022	
5	27,600	29,046			0,052	
6	26,600	29,101			0,094	
7	26,600	29,040			0,092	
8	27,200	29,215			0,074	
9	27,200	29,062			0,068	
10	26,600	29,107			0,094	
11	26,600	29,126			0,095	
12	27,200	29,097			0,070	
13	26,600	29,053			0,092	
14	26,400	29,038			0,100	
15	26,600	29,036			0,092	
16	26,800	29,017			0,083	
17	26,600	29,008			0,091	
Total	458,200	493,987				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Bali bagian  
Timur Kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	26,800	27,377	17	0,009	0,021	2,409
2	27,200	27,353			0,005	
3	27,200	27,377			0,006	
4	28,400	27,420			-0,034	
5	27,600	27,543			-0,002	
6	26,600	27,786			0,044	
7	26,600	27,518			0,034	
8	27,200	28,243			0,038	
9	27,200	27,614			0,015	
10	26,600	27,808			0,045	
11	26,600	27,888			0,048	
12	27,200	27,769			0,020	
13	26,600	27,577			0,036	
14	26,400	27,510			0,042	
15	26,600	27,501			0,033	
16	26,800	27,415			0,022	
17	26,600	27,373			0,029	
Total	458,200	469,080				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Bali bagian  
Timur Kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	26,800	178,657	17	0,012	5,666	531,136
2	27,200	179,700			5,607	
3	27,200	178,657			5,568	
4	28,400	176,831			5,226	
5	27,600	171,730			5,222	
6	26,600	162,186			5,097	
7	26,600	172,747			5,494	
8	27,200	146,484			4,385	
9	27,200	168,854			5,208	
10	26,600	161,349			5,066	
11	26,600	158,416			4,955	
12	27,200	162,844			4,987	
13	26,600	170,357			5,404	
14	26,400	173,071			5,556	
15	26,600	173,451			5,521	
16	26,800	177,057			5,607	
17	26,600	178,830			5,723	
Total	458,200	2891,221				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Bali bagian Timur  
Kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	26,800	24,753	17	0,012	-0,076	9,731
2	27,200	24,857			-0,086	
3	27,200	24,852			-0,086	
4	28,400	24,723			-0,129	
5	27,600	24,465			-0,114	
6	26,600	23,902			-0,101	
7	26,600	24,514			-0,078	
8	27,200	22,733			-0,164	
9	27,200	24,258			-0,108	
10	26,600	23,893			-0,102	
11	26,600	23,591			-0,113	
12	27,200	24,080			-0,115	
13	26,600	24,381			-0,083	
14	26,400	24,498			-0,072	
15	26,600	24,550			-0,077	
16	26,800	24,686			-0,079	
17	26,600	24,757			-0,069	
Total	458,200	413,494				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Bali bagian Timur  
Kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	26,800	19,020	17	0,008	-0,290	31,263
2	27,200	19,073			-0,299	
3	27,200	19,020			-0,301	
4	28,400	18,925			-0,334	
5	27,600	18,649			-0,324	
6	26,600	18,081			-0,320	
7	26,600	18,705			-0,297	
8	27,200	16,924			-0,378	
9	27,200	18,486			-0,320	
10	26,600	18,027			-0,322	
11	26,600	17,833			-0,330	
12	27,200	18,122			-0,334	
13	26,600	18,572			-0,302	
14	26,400	18,723			-0,291	
15	26,600	18,744			-0,295	
16	26,800	18,937			-0,293	
17	26,600	19,029			-0,285	
Total	458,200	314,868				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Mono Window Algorithm Perairan Bali bagian  
Timur kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	26,800	21,876	17	0,012	-0,184	1,202
2	27,200	21,990			-0,192	
3	27,200	21,980			-0,192	
4	28,400	21,843			-0,231	
5	27,600	21,602			-0,217	
6	26,600	20,988			-0,211	
7	26,600	21,632			-0,187	
8	27,200	19,802			-0,272	
9	27,200	21,400			-0,213	
10	26,600	21,028			-0,209	
11	26,600	20,737			-0,220	
12	27,200	21,240			-0,219	
13	26,600	21,530			-0,191	
14	26,400	21,610			-0,181	
15	26,600	21,662			-0,186	
16	26,800	21,801			-0,187	
17	26,600	21,876			-0,178	
Total	458,200	364,596				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Mono Window Algorithm Perairan Bali bagian  
Timur kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	26,800	18,954	17	0,008	-0,293	31,506
2	27,200	19,007			-0,301	
3	27,200	18,954			-0,303	
4	28,400	18,859			-0,336	
5	27,600	18,583			-0,327	
6	26,600	18,015			-0,323	
7	26,600	18,640			-0,299	
8	27,200	16,859			-0,380	
9	27,200	18,420			-0,323	
10	26,600	17,961			-0,325	
11	26,600	17,767			-0,332	
12	27,200	18,057			-0,336	
13	26,600	18,506			-0,304	
14	26,400	18,658			-0,293	
15	26,600	18,678			-0,298	
16	26,800	18,871			-0,296	
17	26,600	18,963			-0,287	
Total	458,200	313,752				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Split Window Algorithm Perairan Bali bagian  
Timur

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	26,800	29,826	17	0,011	0,113	9,865
2	27,200	29,409			0,081	
3	27,200	28,841			0,060	
4	28,400	29,960			0,055	
5	27,600	29,781			0,079	
6	26,600	29,651			0,115	
7	26,600	29,795			0,120	
8	27,200	29,777			0,095	
9	27,200	29,801			0,096	
10	26,600	30,116			0,132	
11	26,600	30,233			0,137	
12	27,200	29,976			0,102	
13	26,600	29,838			0,122	
14	26,400	29,097			0,102	
15	26,600	29,790			0,120	
16	26,800	27,841			0,039	
17	26,600	29,526			0,110	
Total	458,200	503,259				



Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Model Perairan Bali bagian Timur

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	26,800	26,853	17	0,595	0,002	0,027
2	27,200	27,063			-0,005	
3	27,200	26,922			-0,010	
4	28,400	27,234			-0,041	
5	27,600	27,001			-0,022	
6	26,600	26,896			0,011	
7	26,600	26,942			0,013	
8	27,200	26,865			-0,012	
9	27,200	26,840			-0,013	
10	26,600	26,941			0,013	
11	26,600	27,005			0,015	
12	27,200	26,944			-0,009	
13	26,600	26,994			0,015	
14	26,400	26,926			0,020	
15	26,600	26,955			0,013	
16	26,800	26,883			0,003	
17	26,600	26,937			0,013	
Total	458,200	458,200				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Linear Perairan Bangkalan  
kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	24,400	29,041	12	0,028	0,190	0,793
2	26,000	29,026			0,116	
3	29,400	29,108			-0,010	
4	31,000	29,175			-0,059	
5	31,400	29,112			-0,073	
6	28,200	29,107			0,032	
7	29,000	28,635			-0,013	
8	30,800	28,862			-0,063	
9	30,200	28,793			-0,047	
10	31,000	28,866			-0,069	
11	30,200	28,883			-0,044	
12	30,600	28,835			-0,058	
	352,200	347,444				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Bangkalan  
kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	24,400	26,018	12	0,030	0,066	13,581
2	26,000	25,897			-0,004	
3	29,400	26,528			-0,098	
4	31,000	27,007			-0,129	
5	31,400	26,562			-0,154	
6	28,200	26,525			-0,059	
7	29,000	22,171			-0,235	
8	30,800	24,480			-0,205	
9	30,200	23,821			-0,211	
10	31,000	24,522			-0,209	
11	30,200	24,674			-0,183	
12	30,600	24,229			-0,208	
	352,200	302,433				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Bangkalan  
kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	24,400	19,081	12	0,030	0,190	46,846
2	26,000	18,613			0,116	
3	29,400	20,984			-0,010	
4	31,000	22,657			-0,059	
5	31,400	21,106			-0,073	
6	28,200	20,974			0,032	
7	29,000	1,410			-0,013	
8	30,800	12,677			-0,063	
9	30,200	9,652			-0,047	
10	31,000	12,862			-0,069	
11	30,200	13,534			-0,044	
12	30,600	11,541			-0,058	
	352,200	185,092				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Linear Perairan Bangkalan  
kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	24,400	28,427	12	0,017	0,165	2,848
2	26,000	28,408			0,093	
3	29,400	28,485			-0,031	
4	31,000	28,550			-0,079	
5	31,400	28,481			-0,093	
6	28,200	28,477			0,010	
7	29,000	28,053			-0,033	
8	30,800	28,258			-0,083	
9	30,200	28,183			-0,067	
10	31,000	28,312			-0,087	
11	30,200	28,322			-0,062	
12	30,600	28,294			-0,075	
	352,200	340,252				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Bangkalan  
kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	24,400	24,021	12	0,017	-0,016	19,557
2	26,000	23,889			-0,081	
3	29,400	24,416			-0,170	
4	31,000	24,841			-0,199	
5	31,400	24,389			-0,223	
6	28,200	24,363			-0,136	
7	29,000	21,153			-0,271	
8	30,800	22,791			-0,260	
9	30,200	22,211			-0,265	
10	31,000	23,194			-0,252	
11	30,200	23,273			-0,229	
12	30,600	23,067			-0,246	
	352,200	281,607				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Bangkalan  
kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	24,400	384,442	12	0,017	14,756	1379,606
2	26,000	394,717			14,181	
3	29,400	354,522			11,059	
4	31,000	323,895			9,448	
5	31,400	356,466			10,352	
6	28,200	358,419			11,710	
7	29,000	639,751			21,060	
8	30,800	485,986			14,779	
9	30,200	538,092			16,818	
10	31,000	451,383			13,561	
11	30,200	444,718			13,726	
12	30,600	462,152			14,103	
	352,200	5194,544				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Bangkalan kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	24,400	25,969	12	0,028	0,064	7,494
2	26,000	26,154			0,006	
3	29,400	25,158			-0,144	
4	31,000	24,341			-0,215	
5	31,400	25,102			-0,201	
6	28,200	25,163			-0,108	
7	29,000	30,891			0,065	
8	30,800	28,140			-0,086	
9	30,200	28,976			-0,041	
10	31,000	28,086			-0,094	
11	30,200	27,885			-0,077	
12	30,600	28,465			-0,070	
	352,200	324,329				



Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Bangkalan kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	24,400	24,944	12	0,017	0,022	12,051
2	26,000	25,137			-0,033	
3	29,400	24,354			-0,172	
4	31,000	23,695			-0,236	
5	31,400	24,394			-0,223	
6	28,200	24,434			-0,134	
7	29,000	28,750			-0,009	
8	30,800	26,667			-0,134	
9	30,200	27,429			-0,092	
10	31,000	26,121			-0,157	
11	30,200	26,011			-0,139	
12	30,600	26,295			-0,141	
	352,200	308,231				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
 SPL Estimasi Algoritma Mono Window Algorithm Perairan  
 Bangkalan kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	24,400	25,957	12	0,028	0,064	7,536
2	26,000	26,142			0,005	
3	29,400	25,146			-0,145	
4	31,000	24,329			-0,215	
5	31,400	25,090			-0,201	
6	28,200	25,151			-0,108	
7	29,000	30,878			0,065	
8	30,800	28,128			-0,087	
9	30,200	28,963			-0,041	
10	31,000	28,073			-0,094	
11	30,200	27,873			-0,077	
12	30,600	28,452			-0,070	
	352,200	324,183				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Mono Window Algorithm Perairan  
Bangkalan kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	24,400	24,876	12	0,017	0,020	12,288
2	26,000	25,068			-0,036	
3	29,400	24,286			-0,174	
4	31,000	23,627			-0,238	
5	31,400	24,325			-0,225	
6	28,200	24,365			-0,136	
7	29,000	28,679			-0,011	
8	30,800	26,598			-0,136	
9	30,200	27,359			-0,094	
10	31,000	26,051			-0,160	
11	30,200	25,942			-0,141	
12	30,600	26,225			-0,143	
	352,200	307,402				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Split Window Algorithm Perairan  
Bangkalan

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	24,400	28,507	12	0,044	0,168	4,204
2	26,000	28,667			0,103	
3	29,400	27,064			-0,079	
4	31,000	25,797			-0,168	
5	31,400	26,732			-0,149	
6	28,200	26,851			-0,048	
7	29,000	36,618			0,263	
8	30,800	31,954			0,037	
9	30,200	32,996			0,093	
10	31,000	33,332			0,075	
11	30,200	32,870			0,088	
12	30,600	34,302			0,121	
	352,200	365,691				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Model Perairan Bangkalan

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	24,400	29,060	12	0,094	0,191	0,546
2	26,000	29,920			0,151	
3	29,400	29,837			0,015	
4	31,000	30,107			-0,029	
5	31,400	29,053			-0,075	
6	28,200	28,858			0,023	
7	29,000	28,713			-0,010	
8	30,800	28,771			-0,066	
9	30,200	28,790			-0,047	
10	31,000	30,082			-0,030	
11	30,200	29,470			-0,024	
12	30,600	29,538			-0,035	
	352,200	352,200				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Linear Perairan Bombana  
kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	33,000	29,064	5	0,440	-0,119	17,988
2	35,330	29,050			-0,178	
3	37,000	29,034			-0,215	
4	37,000	29,009			-0,216	
5	35,000	29,012			-0,171	
	177,330	145,169				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Bombana  
kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	33,000	26,202	5	0,435	-0,206	26,659
2	35,330	26,088			-0,262	
3	37,000	25,963			-0,298	
4	37,000	25,760			-0,304	
5	35,000	25,785			-0,263	
	177,330	129,798				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Bombana  
kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	33,000	19,780	5	0,430	-0,401	23,351
2	35,330	19,349			-0,452	
3	37,000	18,870			-0,490	
4	37,000	18,075			-0,511	
5	35,000	18,176			-0,481	
	177,330	94,249				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Linear Perairan Bombana  
kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	33,000	28,612	5	0,552	-0,133	19,284
2	35,330	28,588			-0,191	
3	37,000	28,571			-0,228	
4	37,000	28,549			-0,228	
5	35,000	28,553			-0,184	
	177,330	142,873				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Bombana  
kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	33,000	11,997	5	0,550	-0,636	67,348
2	35,330	11,719			-0,668	
3	37,000	11,504			-0,689	
4	37,000	11,244			-0,696	
5	35,000	11,289			-0,677	
	177,330	57,752				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Bombana  
kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	33,000	297,306	5	0,544	8,009	783,553
2	35,330	306,989			7,689	
3	37,000	314,649			7,504	
4	37,000	324,149			7,761	
5	35,000	322,504			8,214	
	177,330	1565,597				



Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Bombana kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	33,000	25,683	5	0,440	-0,222	26,423
2	35,330	25,861			-0,268	
3	37,000	26,053			-0,296	
4	37,000	26,360			-0,288	
5	35,000	26,321			-0,248	
	177,330	130,278				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Bombana kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C) i	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	33,000	23,011	5	0,552	-0,303	33,961
2	35,330	23,246			-0,342	
3	37,000	23,427			-0,367	
4	37,000	23,644			-0,361	
5	35,000	23,607			-0,326	
	177,330	116,936				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Mono Window Algorithm Perairan  
Bombana kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	25,671	33,000	5	0,440	-0,222	26,456
2	25,849	35,330			-0,268	
3	26,041	37,000			-0,296	
4	26,348	37,000			-0,288	
5	26,309	35,000			-0,248	
	130,219	177,330				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Mono Window Algorithm Perairan  
Bombana kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	33,000	23,000	5	0,552	-0,303	33,993
2	35,330	23,235			-0,342	
3	37,000	23,415			-0,367	
4	37,000	23,633			-0,361	
5	35,000	23,596			-0,326	
	177,330	116,879				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Split Window Algorithm Perairan  
Bombana

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	33,000	32,848	5	0,221	-0,005	6,225
2	35,330	32,857			-0,070	
3	37,000	33,080			-0,106	
4	37,000	33,642			-0,091	
5	35,000	33,601			-0,040	
	177,330	166,028				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Model Perairan Bombana

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	NMAE (%)
1	33,000	35,460	5	0,049	0,075	0,179
2	35,330	35,559			0,006	
3	37,000	35,539			-0,039	
4	37,000	35,385			-0,044	
5	35,000	35,387			0,011	
	177,330	177,330				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Linear Perairan Poteran kanal

10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	30,000	29,800	48	0,635	-0,007	0,071
2	30,000	29,799			-0,007	
3	30,000	29,823			-0,006	
4	30,000	29,865			-0,005	
5	30,000	29,910			-0,003	
6	30,000	29,947			-0,002	
7	30,000	29,971			-0,001	
8	29,900	29,976			0,003	
9	29,900	30,003			0,003	
10	29,900	30,027			0,004	
11	29,900	30,068			0,006	
12	29,900	30,061			0,005	
13	29,900	29,950			0,002	
14	29,900	29,934			0,001	
15	29,900	29,877			-0,001	
16	29,900	29,875			-0,001	
17	29,900	29,854			-0,002	
18	29,900	29,841			-0,002	
19	29,900	29,837			-0,002	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Linear Perairan Poteran kanal

10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
20	29,800	29,837	48	0,635	0,001	0,071
21	29,800	29,837			0,001	
22	29,800	29,837			0,001	
23	29,800	29,833			0,001	
24	29,800	29,832			0,001	
25	29,800	29,832			0,001	
26	29,800	29,832			0,001	
27	29,800	29,832			0,001	
28	29,800	29,823			0,001	
29	29,800	29,826			0,001	
30	29,900	29,831			-0,002	
31	29,900	29,851			-0,002	
32	29,800	29,852			0,002	
33	29,800	29,876			0,003	
34	29,800	29,892			0,003	
35	29,900	29,910			0,000	
36	29,900	29,930			0,001	
37	30,300	30,730			0,014	
38	30,300	30,718			0,014	
39	30,300	30,625			0,011	
40	30,300	30,551			0,008	
41	30,200	30,471			0,009	
42	30,200	30,351			0,005	
43	30,200	30,219			0,001	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Linear Perairan Poteran kanal  
10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
44	30,300	30,121	48	0,635	-0,006	0,071
45	30,300	30,102			-0,007	
46	30,300	30,102			-0,007	
47	30,300	30,121			-0,006	
48	30,300	30,130			-0,006	
	1439,100	1440,123			-0,007	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Poteran kanal

10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	30,000	36,822	48	0,641	0,227	17,175
2	30,000	36,836			0,228	
3	30,000	36,640			0,221	
4	30,000	36,272			0,209	
5	30,000	36,002			0,200	
6	30,000	35,670			0,189	
7	30,000	35,459			0,182	
8	29,900	35,410			0,184	
9	29,900	35,200			0,177	
10	29,900	34,978			0,170	
11	29,900	34,536			0,155	
12	29,900	34,679			0,160	
13	29,900	35,646			0,192	
14	29,900	35,784			0,197	
15	29,900	36,162			0,209	
16	29,900	36,177			0,210	
17	29,900	36,363			0,216	
18	29,900	36,486			0,220	
19	29,900	36,515			0,221	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Poteran kanal

10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
20	29,800	36,521	48	0,641	0,226	17,175
21	29,800	36,521			0,226	
22	29,800	36,521			0,226	
23	29,800	36,554			0,227	
24	29,800	36,563			0,227	
25	29,800	36,563			0,227	
26	29,800	36,563			0,227	
27	29,800	36,567			0,227	
28	29,800	36,646			0,230	
29	29,800	36,621			0,229	
30	29,900	36,569			0,223	
31	29,900	36,392			0,217	
32	29,800	36,388			0,221	
33	29,800	36,166			0,214	
34	29,800	36,030			0,209	
35	29,900	35,998			0,204	
36	29,900	35,821			0,198	
37	30,300	28,905			-0,046	
38	30,300	29,018			-0,042	
39	30,300	29,824			-0,016	
40	30,300	30,348			0,002	
41	30,200	31,039			0,028	
42	30,200	32,195			0,066	



Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Poteran kanal  
10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
43	30,200	33,206	48	0,641	0,100	17,175
44	30,300	34,056			0,124	
45	30,300	34,225			0,130	
46	30,300	34,225			0,130	
47	30,300	34,056			0,124	
48	30,300	33,977			0,121	
	1439,100	1685,716				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Poteran kanal  
10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	30,000	-1,571	48	0,647	-1,052	84,410
2	30,000	-1,624			-1,054	
3	30,000	-0,969			-1,032	
4	30,000	0,480			-0,984	
5	30,000	1,035			-0,965	
6	30,000	2,345			-0,922	
7	30,000	3,174			-0,894	
8	29,900	3,367			-0,887	
9	29,900	4,078			-0,864	
10	29,900	4,951			-0,834	
11	29,900	7,016			-0,765	
12	29,900	6,130			-0,795	
13	29,900	2,437			-0,919	
14	29,900	1,892			-0,937	
15	29,900	0,913			-0,969	
16	29,900	0,852			-0,971	
17	29,900	0,123			-0,996	
18	29,900	-0,363			-1,012	
19	29,900	-0,477			-1,016	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Poteran kanal

10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
20	29,800	-0,500	48	0,647	-1,017	84,410
21	29,800	-0,500			-1,017	
22	29,800	-0,500			-1,017	
23	29,800	-0,628			-1,021	
24	29,800	-0,666			-1,022	
25	29,800	-0,666			-1,022	
26	29,800	-0,666			-1,022	
27	29,800	-0,681			-1,023	
28	29,800	-0,992			-1,033	
29	29,800	-0,893			-1,030	
30	29,900	-0,689			-1,023	
31	29,900	0,009			-1,000	
32	29,800	0,024			-0,999	
33	29,800	0,898			-0,970	
34	29,800	1,431			-0,952	
35	29,900	1,050			-0,965	
36	29,900	1,747			-0,942	
37	30,300	28,032			-0,075	
38	30,300	27,587			-0,090	
39	30,300	24,529			-0,190	
40	30,300	22,972			-0,242	
41	30,200	20,369			-0,326	
42	30,200	15,493			-0,487	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Poteran kanal  
10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
43	30,200	12,136	48	0,647	-0,598	84,410
44	30,300	8,904			-0,706	
45	30,300	8,239			-0,728	
46	30,300	8,239			-0,728	
47	30,300	8,904			-0,706	
48	30,300	9,217			-0,696	
	1439,100	226,186				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Linear Perairan Poteran kanal

11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
1	30,000	29,828	48	0,730	0,006	0,218
2	30,000	29,825			0,006	
3	30,000	29,819			0,006	
4	30,000	29,819			0,006	
5	30,000	29,852			0,005	
6	30,000	29,861			0,005	
7	30,000	29,893			0,004	
8	29,900	29,996			-0,003	
9	29,900	30,002			-0,003	
10	29,900	30,027			-0,004	
11	29,900	30,047			-0,005	
12	29,900	30,070			-0,006	
13	29,900	30,057			-0,005	
14	29,900	30,007			-0,004	
15	29,900	29,939			-0,001	
16	29,900	29,906			0,000	
17	29,900	29,855			0,002	
18	29,900	29,848			0,002	
19	29,900	29,847			0,002	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Linear Perairan Poteran kanal

11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
20	29,800	29,832	48	0,730	-0,001	0,218
21	29,800	29,832			-0,001	
22	29,800	29,832			-0,001	
23	29,800	29,831			-0,001	
24	29,800	29,828			-0,001	
25	29,800	29,828			-0,001	
26	29,800	29,828			-0,001	
27	29,800	29,839			-0,001	
28	29,800	29,865			-0,002	
29	29,800	29,845			-0,002	
30	29,900	29,816			0,003	
31	29,900	29,803			0,003	
32	29,800	29,834			-0,001	
33	29,800	29,845			-0,001	
34	29,800	29,836			-0,001	
35	29,900	29,865			0,001	
36	29,900	29,883			0,001	
37	30,300	30,928			-0,020	
38	30,300	30,892			-0,019	
39	30,300	30,787			-0,016	
40	30,300	30,728			-0,014	
41	30,200	30,671			-0,015	
42	30,200	30,561			-0,012	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Linear Perairan Poteran kanal

11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
43	30,200	30,438	48	0,730	-0,008	0,218
44	30,300	30,321			-0,001	
45	30,300	30,304			0,000	
46	30,300	30,304			0,000	
47	30,300	30,321			-0,001	
48	30,300	30,331			-0,001	
	1439,100	1442,329				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Poteran kanal

11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	30,000	31,925	48	0,717	0,064	4,468
2	30,000	31,933			0,064	
3	30,000	31,952			0,065	
4	30,000	31,951			0,065	
5	30,000	31,856			0,062	
6	30,000	31,850			0,062	
7	30,000	31,756			0,059	
8	29,900	31,400			0,050	
9	29,900	31,383			0,050	
10	29,900	31,310			0,047	
11	29,900	31,252			0,045	
12	29,900	31,206			0,044	
13	29,900	31,242			0,045	
14	29,900	31,367			0,049	
15	29,900	31,624			0,058	
16	29,900	31,719			0,061	
17	29,900	31,866			0,066	
18	29,900	31,866			0,066	
19	29,900	31,869			0,066	



Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Poteran kanal

11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
20	29,800	31,912	48	0,717	0,071	4,468
21	29,800	31,912			0,071	
22	29,800	31,912			0,071	
23	29,800	31,915			0,071	
24	29,800	31,924			0,071	
25	29,800	31,924			0,071	
26	29,800	31,924			0,071	
27	29,800	31,892			0,070	
28	29,800	31,837			0,068	
29	29,800	31,875			0,070	
30	29,900	31,958			0,069	
31	29,900	31,997			0,070	
32	29,800	31,909			0,071	
33	29,800	31,876			0,070	
34	29,800	31,901			0,070	
35	29,900	31,837			0,065	
36	29,900	31,784			0,063	
37	30,300	28,880			-0,047	
38	30,300	28,984			-0,043	
39	30,300	29,270			-0,034	
40	30,300	29,498			-0,026	
41	30,200	29,663			-0,018	
42	30,200	29,962			-0,008	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-2 Perairan Poteran kanal

11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
43	30,200	30,200	48	0,717	0,000	4,468
44	30,300	30,596			0,010	
45	30,300	30,646			0,011	
46	30,300	30,646			0,011	
47	30,300	30,596			0,010	
48	30,300	30,569			0,009	
	1439,100	1503,124				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Poteran kanal

11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	30,000	272,593	48	0,709	8,086	650,961
2	30,000	273,241			8,108	
3	30,000	274,753			8,158	
4	30,000	274,681			8,156	
5	30,000	267,042			7,901	
6	30,000	267,460			7,915	
7	30,000	259,940			7,665	
8	29,900	229,088			6,662	
9	29,900	227,773			6,618	
10	29,900	221,920			6,422	
11	29,900	217,230			6,265	
12	29,900	214,456			6,172	
13	29,900	217,321			6,268	
14	29,900	226,457			6,574	
15	29,900	249,348			7,339	
16	29,900	256,970			7,594	
17	29,900	268,760			7,989	
18	29,900	267,908			7,960	
19	29,900	268,124			7,967	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Poteran kanal

11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
20	29,800	271,585	48	0,709	8,114	650,961
21	29,800	271,585			8,114	
22	29,800	271,585			8,114	
23	29,800	271,801			8,121	
24	29,800	272,521			8,145	
25	29,800	272,521			8,145	
26	29,800	272,521			8,145	
27	29,800	269,927			8,058	
28	29,800	266,449			7,941	
29	29,800	268,629			8,014	
30	29,900	275,256			8,206	
31	29,900	278,420			8,312	
32	29,800	271,296			8,104	
33	29,800	268,701			8,017	
34	29,800	270,648			8,082	
35	29,900	266,449			7,911	
36	29,900	262,184			7,769	
37	30,300	33,630			0,110	
38	30,300	41,945			0,384	
39	30,300	63,976			1,111	
40	30,300	84,563			1,791	
41	30,200	97,769			2,237	

42                      30,200                      120,850    3,002

---

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Syariz Poly-3 Perairan Poteran kanal

11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
43	30,200	135,709	48	0,709	3,494	650,961
44	30,300	169,736			4,602	
45	30,300	173,714			4,733	
46	30,300	173,714			4,733	
47	30,300	169,736			4,602	
48	30,300	167,557			4,530	
	1439,100	10790,041				

---

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Poteran kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C) <sub>i</sub>	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	30,000	16,752	48	0,635	-0,442	52,280
2	30,000	16,770			-0,441	
3	30,000	16,468			-0,451	
4	30,000	15,969			-0,468	
5	30,000	15,417			-0,486	
6	30,000	14,966			-0,501	
7	30,000	14,680			-0,511	
8	29,900	14,613			-0,511	
9	29,900	14,292			-0,522	
10	29,900	13,991			-0,532	
11	29,900	13,501			-0,548	
12	29,900	13,584			-0,546	
13	29,900	14,934			-0,501	
14	29,900	15,122			-0,494	
15	29,900	15,819			-0,471	
16	29,900	15,840			-0,470	
17	29,900	16,092			-0,462	
18	29,900	16,259			-0,456	
19	29,900	16,298			-0,455	
20	29,800	16,306			-0,453	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Poteran kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C) <sub>i</sub>	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
21	29,800	16,306	48	0,635	-0,453	52,280
22	29,800	16,306			-0,453	
23	29,800	16,351			-0,451	
24	29,800	16,364			-0,451	
25	29,800	16,364			-0,451	
26	29,800	16,364			-0,451	
27	29,800	16,369			-0,451	
28	29,800	16,476			-0,447	
29	29,800	16,442			-0,448	
30	29,900	16,372			-0,452	
31	29,900	16,131			-0,460	
32	29,800	16,126			-0,459	
33	29,800	15,825			-0,469	
34	29,800	15,641			-0,475	
35	29,900	15,412			-0,485	
36	29,900	15,172			-0,493	
37	30,300	5,446			-0,820	
38	30,300	5,600			-0,815	
39	30,300	6,732			-0,778	
40	30,300	7,630			-0,748	
41	30,200	8,604			-0,715	
42	30,200	10,064			-0,667	
43	30,200	11,659			-0,614	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Poteran kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C) <sub>i</sub>	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
44	30,300	12,850	48	0,635	-0,576	52,280
45	30,300	13,079			-0,568	
46	30,300	13,079			-0,568	
47	30,300	12,850			-0,576	
48	30,300	12,742			-0,579	
	1439,100	686,030				



Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Poteran kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	30,000	10,678	48	0,730	-0,644	71,827
2	30,000	10,707			-0,643	
3	30,000	10,773			-0,641	
4	30,000	10,770			-0,641	
5	30,000	10,434			-0,652	
6	30,000	10,345			-0,655	
7	30,000	10,015			-0,666	
8	29,900	8,966			-0,700	
9	29,900	8,908			-0,702	
10	29,900	8,651			-0,711	
11	29,900	8,445			-0,718	
12	29,900	8,216			-0,725	
13	29,900	8,342			-0,721	
14	29,900	8,851			-0,704	
15	29,900	9,549			-0,681	
16	29,900	9,884			-0,669	
17	29,900	10,403			-0,652	
18	29,900	10,472			-0,650	
19	29,900	10,482			-0,649	
20	29,800	10,634			-0,643	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Poteran kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
21	29,800	10,634	48	0,730	-0,643	71,827
22	29,800	10,634			-0,643	
23	29,800	10,643			-0,643	
24	29,800	10,675			-0,642	
25	29,800	10,675			-0,642	
26	29,800	10,675			-0,642	
27	29,800	10,561			-0,646	
28	29,800	10,301			-0,654	
29	29,800	10,504			-0,648	
30	29,900	10,795			-0,639	
31	29,900	10,934			-0,634	
32	29,800	10,621			-0,644	
33	29,800	10,507			-0,647	
34	29,800	10,593			-0,645	
35	29,900	10,301			-0,655	
36	29,900	10,114			-0,662	
37	30,300	-0,542			-1,018	
38	30,300	-0,176			-1,006	
39	30,300	0,901			-0,970	
40	30,300	1,499			-0,951	
41	30,200	2,080			-0,931	
42	30,200	3,203			-0,894	
43	30,200	4,459			-0,852	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Plank Perairan Poteran kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
44	30,300	5,648	48	0,730	-0,814	71,827
45	30,300	5,823			-0,808	
46	30,300	5,823			-0,808	
47	30,300	5,648			-0,814	
48	30,300	5,552			-0,817	
	1439,100	404,612				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Mono Window Algorithm Perairan  
Poteran kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	30,000	16,741	48	0,025	-0,442	52,356
2	30,000	13,979			-0,534	
3	30,000	13,490			-0,550	
4	30,000	13,573			-0,548	
5	30,000	14,923			-0,503	
6	30,000	15,110			-0,496	
7	30,000	15,808			-0,473	
8	29,900	15,829			-0,471	
9	29,900	16,081			-0,462	
10	29,900	16,248			-0,457	
11	29,900	16,287			-0,455	
12	29,900	16,759			-0,439	
13	29,900	16,295			-0,455	
14	29,900	16,295			-0,455	
15	29,900	16,295			-0,455	
16	29,900	16,340			-0,454	
17	29,900	16,353			-0,453	
18	29,900	16,353			-0,453	
19	29,900	16,353			-0,453	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Mono Window Algorithm Perairan  
Poteran kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
20	29,800	16,358	48	0,025	-0,451	52,356
21	29,800	16,465			-0,447	
22	29,800	16,431			-0,449	
23	29,800	16,457			-0,448	
24	29,800	16,360			-0,451	
25	29,800	16,120			-0,459	
26	29,800	16,115			-0,459	
27	29,800	15,813			-0,469	
28	29,800	15,630			-0,476	
29	29,800	15,401			-0,483	
30	29,900	15,161			-0,493	
31	29,900	5,433			-0,818	
32	29,800	5,587			-0,813	
33	29,800	6,719			-0,775	
34	29,800	15,958			-0,465	
35	29,900	7,618			-0,745	
36	29,900	8,592			-0,713	
37	30,300	10,052			-0,668	
38	30,300	11,647			-0,616	
39	30,300	12,839			-0,576	
40	30,300	13,068			-0,569	
41	30,200	13,068			-0,567	
42	30,200	12,839			-0,575	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
 SPL Estimasi Algoritma Mono Window Algorithm Perairan  
 Poteran kanal 10

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
43	30,200	12,731	48	0,025	-0,578	52,356
44	30,300	15,406			-0,492	
45	30,300	14,954			-0,506	
46	30,300	14,668			-0,516	
47	30,300	14,602			-0,518	
48	30,300	14,281			-0,529	
	1439,100	685,484				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Mono Window Algorithm Perairan  
Poteran kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	30,000	10,615	48	0,730	-0,646	72,038
2	30,000	10,643			-0,645	
3	30,000	10,710			-0,643	
4	30,000	10,707			-0,643	
5	30,000	10,371			-0,654	
6	30,000	10,282			-0,657	
7	30,000	9,952			-0,668	
8	29,900	8,903			-0,702	
9	29,900	8,845			-0,704	
10	29,900	8,588			-0,713	
11	29,900	8,382			-0,720	
12	29,900	8,153			-0,727	
13	29,900	8,279			-0,723	
14	29,900	8,788			-0,706	
15	29,900	9,486			-0,683	
16	29,900	9,821			-0,672	
17	29,900	10,339			-0,654	
18	29,900	10,409			-0,652	
19	29,900	10,419			-0,652	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Mono Window Algorithm Perairan  
Poteran kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
20	29,800	10,571	48	0,730	-0,645	72,038
21	29,800	10,571			-0,645	
22	29,800	10,571			-0,645	
23	29,800	10,580			-0,645	
24	29,800	10,612			-0,644	
25	29,800	10,612			-0,644	
26	29,800	10,612			-0,644	
27	29,800	10,498			-0,648	
28	29,800	10,238			-0,656	
29	29,800	10,441			-0,650	
30	29,900	10,732			-0,641	
31	29,900	10,871			-0,636	
32	29,800	10,558			-0,646	
33	29,800	10,444			-0,650	
34	29,800	10,529			-0,647	
35	29,900	10,238			-0,658	
36	29,900	10,050			-0,664	
37	30,300	-0,605			-1,020	
38	30,300	-0,239			-1,008	
39	30,300	0,839			-0,972	
40	30,300	1,437			-0,953	
41	30,200	2,018			-0,933	
42	30,200	3,141			-0,896	



Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
 SPL Estimasi Algoritma Mono Window Algorithm Perairan  
 Poteran kanal 11

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
43	30,200	12,731	48	0,730	-0,578	72,038
44	30,300	15,406			-0,492	
45	30,300	14,954			-0,506	
46	30,300	14,668			-0,516	
47	30,300	14,602			-0,518	
48	30,300	14,281			-0,529	
	1439,100	685,484				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Split Window Algorithm Perairan  
Poteran

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	30,000	34,060	48	0,005	0,135	3,452
2	30,000	29,200			-0,027	
3	30,000	27,894			-0,070	
4	30,000	28,882			-0,037	
5	30,000	33,767			0,126	
6	30,000	33,021			0,101	
7	30,000	33,708			0,124	
8	29,900	32,817			0,098	
9	29,900	32,292			0,080	
10	29,900	32,741			0,095	
11	29,900	32,865			0,099	
12	29,900	34,049			0,139	
13	29,900	32,454			0,085	
14	29,900	32,454			0,085	
15	29,900	32,454			0,085	
16	29,900	32,600			0,090	
17	29,900	32,559			0,089	
18	29,900	32,559			0,089	
19	29,900	32,559			0,089	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Split Window Algorithm Perairan  
Poteran

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
20	29,800	32,910	48	0,005	0,104	3,452
21	29,800	34,081			0,144	
22	29,800	33,360			0,119	
23	29,800	32,680			0,097	
24	29,800	32,240			0,082	
25	29,800	30,901			0,037	
26	29,800	31,789			0,067	
27	29,800	30,948			0,039	
28	29,800	29,984			0,006	
29	29,800	29,941			0,005	
30	29,900	29,551			-0,012	
31	29,900	22,639			-0,243	
32	29,800	22,175			-0,256	
33	29,800	23,452			-0,213	
34	29,800	30,746			0,032	
35	29,900	25,209			-0,157	
36	29,900	27,312			-0,087	
37	30,300	29,731			-0,019	
38	30,300	32,292			0,066	
39	30,300	33,477			0,105	
40	30,300	33,860			0,118	
41	30,200	33,860			0,121	
42	30,200	33,477			0,109	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Split Window Algorithm Perairan  
Poteran

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	$\Sigma$ NMAE(%)
43	30,200	33,335	48	0,005	0,104	3,452
44	30,300	29,574			-0,024	
45	30,300	28,076			-0,073	
46	30,300	27,923			-0,078	
47	30,300	30,708			0,013	
48	30,300	29,625			-0,022	
	1439,100	1488,792				

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Model Perairan Poteran

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
1	30,000	30,016	48	0,341	0,001	0,002
2	30,000	29,897			-0,003	
3	30,000	29,851			-0,005	
4	30,000	29,902			-0,003	
5	30,000	30,099			0,003	
6	30,000	30,047			0,002	
7	30,000	30,047			0,002	
8	29,900	29,997			0,003	
9	29,900	29,954			0,002	
10	29,900	29,969			0,002	
11	29,900	29,974			0,002	
12	29,900	30,014			0,004	
13	29,900	29,951			0,002	
14	29,900	29,951			0,002	
15	29,900	29,951			0,002	
16	29,900	29,956			0,002	
17	29,900	29,954			0,002	
18	29,900	29,954			0,002	
19	29,900	29,954			0,002	
20	29,800	29,973			0,006	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Model Perairan Poteran

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
21	29,800	30,032	48	0,341	0,008	0,002
22	29,800	29,994			0,007	
23	29,800	29,955			0,005	
24	29,800	29,935			0,005	
25	29,800	29,874			0,002	
26	29,800	29,924			0,004	
27	29,800	29,894			0,003	
28	29,800	29,850			0,002	
29	29,800	29,860			0,002	
30	29,900	29,852			-0,002	
31	29,900	30,000			0,003	
32	29,800	29,966			0,006	
33	29,800	29,975			0,006	
34	29,800	29,874			0,002	
35	29,900	30,023			0,004	
36	29,900	30,087			0,006	
37	30,300	30,141			-0,005	
38	30,300	30,196			-0,003	
39	30,300	30,197			-0,003	
40	30,300	30,206			-0,003	
41	30,200	30,206			0,000	
42	30,200	30,197			0,000	

Perhitungan Korelasi dan NMAE antara SPL Lapangan dan  
SPL Estimasi Algoritma Model Perairan Poteran

Titik	SPL Lapangan (°C)	SPL Estimasi (°C)	N	Korelasi	NMAE	ΣNMAE(%)
43	30,200	30,195	48	0,341	0,000	0,002
44	30,300	29,840			-0,015	
45	30,300	29,781			-0,017	
46	30,300	29,788			-0,017	
47	30,300	29,947			-0,012	
48	30,300	29,904			-0,013	
	1439,100	1439,100				

## Lampiran 2. Metadata Citra

### a. LC81160662016076LGN00

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
  ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological
Survey"
  REQUEST_ID = "0701604290106_00022"
  LANDSAT_SCENE_ID = "LC81160662016076LGN00"
  FILE_DATE = 2016-05-03T09:05:37Z
  STATION_ID = "LGN"
  PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.6.2"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "L1T"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
  SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
  WRS_PATH = 116
  WRS_ROW = 66
  NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
  TARGET_WRS_PATH = 116
  TARGET_WRS_ROW = 66
  DATE_ACQUIRED = 2016-03-16
  SCENE_CENTER_TIME = "02:23:37.6578987Z"
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -7.62657
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 114.86081
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -7.63186
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 116.92475
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -9.72539
  CORNER_LL_LON_PRODUCT = 114.84889
  CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -9.73216
  CORNER_LR_LON_PRODUCT = 116.92433
  CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 264000.000
  CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -843600.000
  CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 491700.000
  CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -843600.000
  CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 264000.000
  CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -1075800.000
  CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 491700.000
  CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -1075800.000
  PANCHROMATIC_LINES = 15481
```



```
PANCHROMATIC_SAMPLES = 15181
REFLECTIVE_LINES = 7741
REFLECTIVE_SAMPLES = 7591
THERMAL_LINES = 7741
THERMAL_SAMPLES = 7591
FILE_NAME_BAND_1 =
"LC81160662016076LGN00_B1.TIF"
FILE_NAME_BAND_2 =
"LC81160662016076LGN00_B2.TIF"
FILE_NAME_BAND_3 =
"LC81160662016076LGN00_B3.TIF"
FILE_NAME_BAND_4 =
"LC81160662016076LGN00_B4.TIF"
FILE_NAME_BAND_5 =
"LC81160662016076LGN00_B5.TIF"
FILE_NAME_BAND_6 =
"LC81160662016076LGN00_B6.TIF"
FILE_NAME_BAND_7 =
"LC81160662016076LGN00_B7.TIF"
FILE_NAME_BAND_8 =
"LC81160662016076LGN00_B8.TIF"
FILE_NAME_BAND_9 =
"LC81160662016076LGN00_B9.TIF"
FILE_NAME_BAND_10 =
"LC81160662016076LGN00_B10.TIF"
FILE_NAME_BAND_11 =
"LC81160662016076LGN00_B11.TIF"
FILE_NAME_BAND_QUALITY =
"LC81160662016076LGN00_BQA.TIF"
METADATA_FILE_NAME =
"LC81160662016076LGN00_MTL.txt"
BPF_NAME_OLI =
"LO8BPF20160316015953_20160316033822.01"
BPF_NAME_TIRS =
"LT8BPF20160309080230_20160324033852.01"
CPF_NAME = "L8CPF20160101_20160331.03"
RLUT_FILE_NAME =
"L8RLUT20150303_20431231v11.h5"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 36.78
CLOUD_COVER_LAND = 33.29
IMAGE_QUALITY_OLI = 9
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9
```

```
TIRS_SSM_MODEL = "FINAL"
TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "ESTIMATED"
ROLL_ANGLE = -0.001
SUN_AZIMUTH = 78.55971886
SUN_ELEVATION = 58.97018109
EARTH_SUN_DISTANCE = 0.9947937
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 4
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 71
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 8.253
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 5.500
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 6.153
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 768.03906
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -63.42492
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 786.48138
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -64.94788
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 724.73584
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -59.84892
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 611.13812
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -50.46798
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 373.98605
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -30.88389
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 93.00693
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.68054
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 31.34831
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.58875
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 691.64014
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -57.11587
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 146.16222
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -12.07012
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
```

```

REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2688E-02
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2992E-02
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1972E-02
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 1.0096E-02
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.1780E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5364E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.1785E-04

```

```
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1425E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.4145E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -63.43760
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -64.96088
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -59.86089
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -50.47808
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -30.89007
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.68208
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.58927
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -57.12729
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -12.07254
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
  K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
  K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
  K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
  K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
  MAP_PROJECTION = "UTM"
  DATUM = "WGS84"
  ELLIPSOID = "WGS84"
```

```

    UTM_ZONE = 50
    GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
    GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
    GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
    ORIENTATION = "NORTH UP"
    RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
  END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END

```

## b. LC81180652015295LGN00

```

GROUP = L1_METADATA_FILE
  GROUP = METADATA_FILE_INFO
    ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological
Survey"
    REQUEST_ID = "0501510220680_00017"
    LANDSAT_SCENE_ID = "LC81180652015295LGN00"
    FILE_DATE = 2015-10-22T06:36:26Z
    STATION_ID = "LGN"
    PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.5.1"
  END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "L1T"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
  SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
  WRS_PATH = 118
  WRS_ROW = 65
  NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
  TARGET_WRS_PATH = 118
  TARGET_WRS_ROW = 65
  DATE_ACQUIRED = 2015-10-22
  SCENE_CENTER_TIME = "02:35:49.7774519Z"
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -6.18161
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 112.07196
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -6.17343
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 114.13944
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -8.29526
  CORNER_LL_LON_PRODUCT = 112.07696
  CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -8.28424
  CORNER_LR_LON_PRODUCT = 114.15407

```

CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618600.000  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683400.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847500.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683400.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618600.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -917100.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847500.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -917100.000  
PANCHROMATIC\_LINES = 15581  
PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15261  
REFLECTIVE\_LINES = 7791  
REFLECTIVE\_SAMPLES = 7631  
THERMAL\_LINES = 7791  
THERMAL\_SAMPLES = 7631  
FILE\_NAME\_BAND\_1 =  
"LC81180652015295LGN00\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 =  
"LC81180652015295LGN00\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 =  
"LC81180652015295LGN00\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 =  
"LC81180652015295LGN00\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 =  
"LC81180652015295LGN00\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 =  
"LC81180652015295LGN00\_B6.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 =  
"LC81180652015295LGN00\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 =  
"LC81180652015295LGN00\_B8.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_9 =  
"LC81180652015295LGN00\_B9.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_10 =  
"LC81180652015295LGN00\_B10.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_11 =  
"LC81180652015295LGN00\_B11.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_QUALITY =  
"LC81180652015295LGN00\_BQA.TIF"  
METADATA\_FILE\_NAME =  
"LC81180652015295LGN00\_MTL.txt"  
BPF\_NAME\_OLI =  
"LO8BPF20151022021229\_20151022035058.01"  
BPF\_NAME\_TIRS =  
"LT8BPF20151022020835\_20151022034704.01"

```
CPF_NAME = "L8CPF20151001_20151231.01"
RLUT_FILE_NAME =
"L8RLUT20150303_20431231v11.h5"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
  CLOUD_COVER = 25.11
  CLOUD_COVER_LAND = 29.61
  IMAGE_QUALITY_OLI = 9
  IMAGE_QUALITY_TIRS = 9
  TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "NOMINAL"
  ROLL_ANGLE = -0.001
  SUN_AZIMUTH = 100.55560286
  SUN_ELEVATION = 65.95202897
  EARTH_SUN_DISTANCE = 0.9953527
  GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 2
  GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 222
  GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 8.708
  GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 6.368
  GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 5.939
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 767.17664
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -63.35369
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 785.59821
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -64.87495
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 723.92206
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -59.78172
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 610.45184
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -50.41131
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 373.56610
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -30.84921
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 92.90249
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.67192
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 31.31311
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.58585
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 690.86353
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -57.05173
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 145.99809
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -12.05657
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
```

```

GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE

```



```
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
  RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2673E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2978E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1959E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_4 = 1.0084E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.1711E-03
  RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5347E-03
  RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.1727E-04
  RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1413E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.4118E-03
  RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
  RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
  RADIANCE_ADD_BAND_1 = -63.36637
  RADIANCE_ADD_BAND_2 = -64.88794
  RADIANCE_ADD_BAND_3 = -59.79368
  RADIANCE_ADD_BAND_4 = -50.42140
  RADIANCE_ADD_BAND_5 = -30.85538
  RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.67345
  RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.58636
  RADIANCE_ADD_BAND_8 = -57.06315
  RADIANCE_ADD_BAND_9 = -12.05898
  RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
  RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
  REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
  REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
  REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
  REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
  REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
  REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
  REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
  REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
  REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
  K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
```

```

K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 49
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END

```

### c. LC81130632015324LGN00

```

GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological
Survey"
REQUEST_ID = "0501601309597_02685"
LANDSAT_SCENE_ID = "LC81130632015324LGN00"
FILE_DATE = 2016-02-02T03:42:09Z
STATION_ID = "LGN"
PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.6.0"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
DATA_TYPE = "L1T"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
WRS_PATH = 113
WRS_ROW = 63
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
TARGET_WRS_PATH = 113
TARGET_WRS_ROW = 63
DATE_ACQUIRED = 2015-11-20
SCENE_CENTER_TIME = "02:04:12.4483610Z"

```

CORNER\_UL\_LAT\_PRODUCT = -3.28895  
CORNER\_UL\_LON\_PRODUCT = 120.42824  
CORNER\_UR\_LAT\_PRODUCT = -3.29214  
CORNER\_UR\_LON\_PRODUCT = 122.47702  
CORNER\_LL\_LAT\_PRODUCT = -5.39019  
CORNER\_LL\_LON\_PRODUCT = 120.42112  
CORNER\_LR\_LAT\_PRODUCT = -5.39543  
CORNER\_LR\_LON\_PRODUCT = 122.47557  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 214200.000  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -363900.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 441900.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -363900.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 214200.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -596400.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 441900.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -596400.000  
PANCHROMATIC\_LINES = 15501  
PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15181  
REFLECTIVE\_LINES = 7751  
REFLECTIVE\_SAMPLES = 7591  
THERMAL\_LINES = 7751  
THERMAL\_SAMPLES = 7591  
FILE\_NAME\_BAND\_1 =  
"LC81130632015324LGN00\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 =  
"LC81130632015324LGN00\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 =  
"LC81130632015324LGN00\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 =  
"LC81130632015324LGN00\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 =  
"LC81130632015324LGN00\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 =  
"LC81130632015324LGN00\_B6.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 =  
"LC81130632015324LGN00\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 =  
"LC81130632015324LGN00\_B8.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_9 =  
"LC81130632015324LGN00\_B9.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_10 =  
"LC81130632015324LGN00\_B10.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_11 =  
"LC81130632015324LGN00\_B11.TIF"

```
FILE_NAME_BAND_QUALITY =
"LC81130632015324LGN00_BQA.TIF"
METADATA_FILE_NAME =
"LC81130632015324LGN00_MTL.txt"
BPF_NAME_OLI =
"LO8BPF20151120014403_20151120022642.01"
BPF_NAME_TIRS =
"LT8BPF20151113130336_20151126083607.05"
CPF_NAME = "L8CPF20151001_20151231.05"
RLUT_FILE_NAME =
"L8RLUT20150303_20431231v11.h5"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 7.91
CLOUD_COVER_LAND = 11.27
IMAGE_QUALITY_OLI = 9
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9
TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "ESTIMATED"
ROLL_ANGLE = -0.001
SUN_AZIMUTH = 125.21045190
SUN_ELEVATION = 62.19332767
EARTH_SUN_DISTANCE = 0.9881993
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 3
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 137
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 8.463
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 6.645
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 5.242
GROUND_CONTROL_POINTS_VERIFY = 46
GEOMETRIC_RMSE_VERIFY = 7.153
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 778.32385
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -64.27424
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 797.01312
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -65.81760
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 734.44073
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -60.65036
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 619.32184
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -51.14380
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 378.99408
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -31.29745
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 94.25238
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.78339
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 31.76810
```

```
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.62342
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 700.90186
RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -57.88070
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 148.11948
RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -12.23175
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
  REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
```

```
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2857E-02
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.3166E-02
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.2132E-02
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 1.0231E-02
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.2607E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5570E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.2479E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1578E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.4468E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -64.28709
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -65.83077
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -60.66249
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -51.15403
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -31.30371
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.78495
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.62394
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -57.89228
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -12.23420
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
```

```

REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 51
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END

```

#### d. LC81170652015112LGN00

```

GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological
Survey"
REQUEST_ID = "0501601174604_04719"
LANDSAT_SCENE_ID = "LC81170652015112LGN00"
FILE_DATE = 2016-01-18T16:15:43Z
STATION_ID = "LGN"
PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.6.0"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
DATA_TYPE = "L1T"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"

```

SPACECRAFT\_ID = "LANDSAT\_8"  
SENSOR\_ID = "OLI\_TIRS"  
WRS\_PATH = 117  
WRS\_ROW = 65  
NADIR\_OFFNADIR = "NADIR"  
TARGET\_WRS\_PATH = 117  
TARGET\_WRS\_ROW = 65  
DATE\_ACQUIRED = 2015-04-22  
SCENE\_CENTER\_TIME = "02:28:56.5020791Z"  
CORNER\_UL\_LAT\_PRODUCT = -6.17997  
CORNER\_UL\_LON\_PRODUCT = 113.60242  
CORNER\_UR\_LAT\_PRODUCT = -6.18913  
CORNER\_UR\_LON\_PRODUCT = 115.65601  
CORNER\_LL\_LAT\_PRODUCT = -8.27398  
CORNER\_LL\_LON\_PRODUCT = 113.58672  
CORNER\_LR\_LAT\_PRODUCT = -8.28629  
CORNER\_LR\_LON\_PRODUCT = 115.64979  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 123900.000  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -684300.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 351300.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -684300.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 123900.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -916200.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 351300.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -916200.000  
PANCHROMATIC\_LINES = 15461  
PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15161  
REFLECTIVE\_LINES = 7731  
REFLECTIVE\_SAMPLES = 7581  
THERMAL\_LINES = 7731  
THERMAL\_SAMPLES = 7581  
FILE\_NAME\_BAND\_1 =  
"LC81170652015112LGN00\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 =  
"LC81170652015112LGN00\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 =  
"LC81170652015112LGN00\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 =  
"LC81170652015112LGN00\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 =  
"LC81170652015112LGN00\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 =  
"LC81170652015112LGN00\_B6.TIF"



```
FILE_NAME_BAND_7 =
"LC81170652015112LGN00_B7.TIF"
FILE_NAME_BAND_8 =
"LC81170652015112LGN00_B8.TIF"
FILE_NAME_BAND_9 =
"LC81170652015112LGN00_B9.TIF"
FILE_NAME_BAND_10 =
"LC81170652015112LGN00_B10.TIF"
FILE_NAME_BAND_11 =
"LC81170652015112LGN00_B11.TIF"
FILE_NAME_BAND_QUALITY =
"LC81170652015112LGN00_BQA.TIF"
METADATA_FILE_NAME =
"LC81170652015112LGN00_MTL.txt"
BPF_NAME_OLI =
"LO8BPF20150422020539_20150422024614.02"
BPF_NAME_TIRS =
"LT8BPF20150422020145_20150422024707.02"
CPF_NAME = "L8CPF20150401_20150630.04"
RLUT_FILE_NAME =
"L8RLUT20150303_20431231v11.h5"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 43.04
CLOUD_COVER_LAND = 32.17
IMAGE_QUALITY_OLI = 9
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9
TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "NOMINAL"
ROLL_ANGLE = -0.001
SUN_AZIMUTH = 55.34776005
SUN_ELEVATION = 56.32549915
EARTH_SUN_DISTANCE = 1.0050552
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 3
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 69
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 6.372
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 4.426
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 4.583
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 752.43591
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -62.13640
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 770.50354
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -63.62844
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 710.01245
```

```

RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -58.63306
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 598.72247
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -49.44270
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 366.38831
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -30.25647
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 91.11744
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.52451
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 30.71146
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.53616
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 677.58911
RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -55.95553
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 143.19286
RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -11.82491
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535

```

```
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
  RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2430E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2728E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1729E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.8905E-03
  RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.0525E-03
  RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5052E-03
  RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.0733E-04
  RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1193E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.3655E-03
  RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
  RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
  RADIANCE_ADD_BAND_1 = -62.14883
  RADIANCE_ADD_BAND_2 = -63.64116
  RADIANCE_ADD_BAND_3 = -58.64479
  RADIANCE_ADD_BAND_4 = -49.45259
  RADIANCE_ADD_BAND_5 = -30.26252
  RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.52601
  RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.53667
  RADIANCE_ADD_BAND_8 = -55.96672
  RADIANCE_ADD_BAND_9 = -11.82728
  RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
  RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
  REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
```

```

REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 50
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END

```

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Palembang, 30 September 1995, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Baptis, SD Baptis, kemudian SMP Negeri 9 dan SMA Negeri 6, Kota Palembang. Setelah lulus dari SMA memilih melanjutkan pendidikan di jenjang perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan mengikuti program SNMPTN dan diterima di Teknik Geomatika

– FTSP, ITS pada tahun 2013 terdaftar dengan NRP 3513100007. Selama menjadi mahasiswa, penulis cukup aktif dalam kegiatan kemahasiswaan sebagai pengurus dari Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE) yaitu sebagai staff Departemen Kesejahteraan Mahasiswa HIMAGE – ITS tahun 2015/2016. Selain itu penulis juga cukup aktif mengikuti ketrampilan manajemen mahasiswa seperti LKMM PRA-TD FTSP tahun 2013 dan LKMM TD HIMAGE – ITS tahun 2014. Dan juga dalam bidang organisasi kepanitiaan, baik dalam kegiatan mahasiswa maupun seminar yang diselenggarakan oleh organisasi kemahasiswaan ataupun jurusan. Sebagai bentuk ketertarikannya pada geospasial, dalam pembuatan Tugas Akhir penulis memilih judul “Pemetaan Suhu Permukaan Air Laut Pada Skala Menengah Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 – TIRS Untuk Pemantauan Kualitas Perairan” sebagai syarat dalam penyelesaian studi di jenjang Strata 1.